مقدمة

نسمع كثيرا أننا نعيش في عصر الفضاء وعصر الصواريخ وغزو الإنسان للفضاء ونزوله على القمر والمريخ وما تبعه من محاولات لغزو الكواكب الأخرى منذ عام 1962 وذلك لتحليل محتويات هذه الكواكب ومعرفة طبيعة تكوينها وإمكانية وجود مقومات للحياة عليها أم لا ، وذلك لتأكيد ما نسمعه ويعتقده الكثيرون عن وجود حياة في عوالم أخرى غير الأرض .

ولتوضيح هذه المفاهيم فإنه إذا نظرنا إلى السماء فإننا نرى تلك النقاط اللامعة التي تسميها نجوما ترنو إلينا من عليائها فتتساءل عن هذا الكون العجيب الذي نعيش فيه ، ونود أن نعرف عنه ما يجعلنا نتتبع ما نسمعه وما نقروء في الصحف والمجلات وما نراه على شاشات التليفزيون ومواقع الإنترنت عن هذه الموضوعات بفهم وإدراك ونبحث عن كتاب أو معلومة تشبع رغبتنا وتعطينا فكرة عامة عن الكون دون أن ترهق أنفسنا ببحوث الفلك ومعادلاته الرياضية التي غالبا ماتكون معقدة للوصول إلى حسابات فلكية محددة ويصعب فهم هذه المعادلات إلا للمتخصصين في هذا العلم .

ونظرا للتقدم العلمي والتطور السريع في مجال العلوم والاتصالات فسوف نحظى في هذا العصر بالعديد من الاكتشافات العلمية المثيرة والتي تفوق أية اكتشافات صادفها أهل العصور السابقة . وسوف يكون بعض هذه الاكتشافات العلمية في مجال " الميتورولوجيا " أو مجال دراسة الجو بطبيعة الحال ، ونحن نستطيع أن نرى باكورة هذه الاكتشافات الخلابة في علم الأجواء وهي ناحية تهم كل إنسان .

إذ مهما كانت طبيعة عملك فإن حياتك تتأثر ولا شك تأثراً كبيرا بالجو وتقلباته ، فمن منا لا يتأثر بتلك التغيرات التي تحدث في الجو المحيط بنا ، ولذلك فإنه كلما زاد فهمنا لهذه التقلبات والوقوف على حقيقة أمرها كان في استطاعتنا استغلالها لمصلحتنا لتكون خيرا لنا بدلا من أن تكون شرا علينا .. ومع ذلك فإنه توجد بعض الظواهر الجوية التي لا تستطيع السيطرة عليها إطلاقا أو التحكم فيها وتكون ذات قوة مدمرة مثل الأعاصير التي تجتاح مناطق كثيرة من العالم مخلفة وراءها كميات من الدمار للمنازل والمزروعات والممتلكات

ولقد نجح الإنسان بعض الشئ في السيطرة على عناصر من الجو ولكن في حدود ضيفة جدا ومع التقدم العلمي والقفزات الهائلة للتكنولوجيا نتمنى أن تستطيع الاستفادة من هذه الطاقات الهائلة الموجودة في الجو المحيط بنا أفضل استفادة .

وهناك أسباب عديدة تدعونا إلى القول بأن أعمال خبراء الطقس تزداد أهمية من يوم الآخر . وتتطلع اليها تلك الجموع المتزايدة من البشر على الأرض ، فكلما ازدادت سرعة مواصلاتنا وإتسعت مجالات صناعاتنا وتجارتنا زاد اهتمامنا بمعرفة الجو وتقلباته . كذلك انتقال العديد من الأصناف النباتية بواسطة الإنسان من بيئتها الطبيعية إلى بيئات جديدة قد تختلف معها في الظروف المناخية فكان لزاما على الإنسان أن يحاول توفير بيئة قريبة إن لم تكن مماثلة لنفس بيئة تلك النباتات من حرارة ورطوبة وإضاءه تتناسب مع احتياجات تلك النباتات ..

وسوف نفسر في الأبواب القادمة أهم الظواهر الجوية وكيفية التعرف عليها وتأثيرها علينا سلبا وإيجابا وكذلك على مواردنا الطبيعية وما يتبعها من تأثير على الحيوان والنبات والحشرات سواء النافع منها والضار وكذا تأثيرها على البيئة الزراعية وتكوين التربة وتأثير ذلك كله على الإنسان.

وإنني إذ أقدم هذا الكتاب لأبنائي ولكل المهتمين بمجال البيئة الزراعية وارتباطها بالظروف الجوية متمنيا لهم أقصى استفادة منه للنهوض بالإنتاج الزراعي لسد احتياجاتنا الغذائية وتقليل الفجوة الغذائية التي تعانى منها البلاد. أدعو الله أن يجعل هذا العمل في ميزان حسناتنا يوم أن تلقاه وأن يرحم والدي وكل من علمنا حرفا او له حق علينا في الوصول إلى ما وصلنا إليه من علم ومكانة . وأن يرحم أساتذتي بالقسم والذين أعطوني من علمهم الكثير ولم يبخلوا بعلم أو جهد أو فكر إلا و أوصلوه إلينا . رحمهم الله وجعل مأواهم الجنة .

أ.د. أحمد محمد الشاذلي
أستاذ أمراض النبات ورئيس قسم النبات الزراعي

الباب الأول

علم الفلك كمدخل لعلم الأرصاد الجوية

الإنسان قد ينظر إلى الظواهر السماوية كالشمس والقمر والنجوم، ويملك معلومات عنها، لكنه قد يجهل الكثير عن كوكب الأرض الذي يعيش عليه.

حركة الأرض: الأرض تتحرك بسرعة كبيرة جداً، لكننا لا نشعر بهذه الحركة بسبب عدة عوامل:

- حركة كل شيء مع الأرض: كل ما على الأرض يتحرك بنفس السرعة، بما في ذلك الهواء والغلاف الجوي، فلا يوجد شيء ثابت يمكن مقارنة حركتنا به.
- الإدراك الحسي للحركة: حركتنا لا يمكن إدراكها إلا بمقارنتها بشيء ثابت، كالشمس والنجوم.
- تجربة القطار: التجربة التي قد يمر بها الشخص في القطار، حيث يرى قطاراً آخر يتحرك في الاتجاه المعاكس فيبدو وكأنه هو الذي يتحرك، حتى ينظر إلى الخارج ويرى المناظر الطبيعية تتحرك فيدرك أن قطاره هو الذي يتحرك.

وهذا يصر ما كان يعتقده حكماء العصور القديمة بأن الأرض ثابتة لا تتحرك ولكن الشمس والقمر والنجوم هم الذين يتحركون ويدورون حول الأرض ، وهذا ما يبدو ظاهريا فقط لأننا نعلم أن دوران الأرض حول نفسها هو الذي يجعل الشمس والنجوم تبدو وكأنها تدور حول الأرض. ولكن ذلك لا يعطينا أفضلية عن هؤلاء الحكماء حيث أننا لا نزيد عنهم في شيء إلا أننا وقفنا فوق أكتافهم بأخذنا علمهم والمعلومات التي جمعوها وأضفنا إليها علمنا ومعرفتنا ، كما أنه أصبح لدينا ثورة علمية في جميع المجالات تم تسخيرها لخدمة العلماء ، فوجود المراصد و التلسكوبات أو المناظير الفلكية والتي يمكن استخدامها في رؤية العديد من الأجرام السماوية يزيد كثيراً جداً على تلك التي يمكن أن تراها بالعين المجردة ، كما يجعلها تبدو أقرب كثيرا وأكبر مما يمكن تمييزها بكافة وسائل العلم الحديثة مثل الأقمار الصناعية وإرسال سفن الفضاء إلى مدارات تلك الأجرام قد مكننا ذلك من جمع معلومات أكثر عن الكون الذي نعيش فيه ، وذلك لم يكن متاح في العصور القديمة حتى عصر جاليليو . كما أن محاربة الكنيسة لما يخالف معتقداتها جعلت معظم علماء العصور القديمة في طي النسيان لعدم استطاعتهم إظهار اكتشافاتهم أو الجهر بآرائهم ونظرياتهم وإلا تعرضوا لشتى أنواع التعذيب. أما الآن فإن العقول البشرية لديها الاستعداد لتصديق أي اكتشاف وتقبل جميع المعلومات التي يمكن أن تنقل اليهم حتى ولو كانت تعتبر أساطير في الماضي .

ومن هنا نلاحظ أن تطور علمنا بجو الأرض كان بطيئا جداً بالقياس إلى تطور علمنا بالكون الخارجي. فمنذ نشأة الإنسان وهو يتطلع إلى السماء ويراقب حركتها ويتابعها. فعندما تتجول ببصرنا في السماء عقب غروب الشمس ونرى أول نجم يلمع في عتمة الليل المبكر وكأنه مصباح كهربائي اضاءته يد خفية ثم يخيم الظلام ببطء وتظهر نجوم كثيرة نجما بعد آخر حتى لا تتمكن من

حصرها وتعطى هذه النجوم منظراً من أجمل وأبدع المناظر الطبيعية خاصة إذا كانت في ليلة غير مقمرة وكنا بعيدين عن أضواء المدينة التي تقلل من وضوح النجوم .
ولقلة المعلومات عند البعض فهم يتوقعون أن النجوم لا تلمع إلا ليلا ولكنها تلمع ليلا ونهارا ، والسبب الوحيد في أننا لا نراها نهاراً هو أن السماء الزرقاء تكون شديدة الضياء نهاراً بحيث يطغى نورها على لمعان النجوم .
وعندما نتأمل المساء نجد أنها تبدو كتبة كبيرة فوق رؤوسنا وأن النجوم مثبتة في هذه القبة الهائلة والنجوم لا تبدو بعيدة جداً بل يخيل الينا أنها على بعد ميل او ميلين على الأكثر، ومن العجب أيضا أنها تبدو لنا على بعد واحد تقريبا بالرغم من تألق بعضها وخفوت البعض الآخر، وإذا تأملنا النظر جهة الشمال فإننا نجد وعاه الدب الأكبر وهو مكون من سبعة نجوم لامعة ، ثم يتنقل بصرنا من نجم لامع إلى آخر حتى تستقر أعيننا على أروع وأجمل منظر في السماء وهو ذلك الحزام الأبيض العريض الخافت الذي يمتد خلال السماء كلها ويضمها إلى نصفين متساويين وهذا الحزام هو الذي يعرفه العامة في مصر باسم " درب النبانة " والذي كان العرب يسمونه " المجرة " كما كانوا يصفونه " يام النجوم " وهذا ما ستسميه نحن " بحزام المجرة " . ولذلك تعلم أن حزام المجرة يحتوى على ملايين النجوم ولكننا مهما حاولنا فلن تستطيع أن تميز كل منها على جده ...
فكلمة المجرة(Galaxy): تُطلق كلمة "مجرة" الآن على كل مدينة نجمية، وهي تتألف من آلاف الملايين من النجوم.
والنجم(Star): هو ذلك الجرم السماوي المتوهج والذي يضيء بذاته والذي تدور حوله الكواكب أي أن شمسنا نجم كما أن كل النجوم شموس .
أما الكواكب(Planet): فهي أجرام سماوية باردة وهي لا تضيء بذاتها ولكن تضيء بواسطة الضوء المنعكس إليها من الشمس التي تدور تلك الأجرام حولها .
وتقارب النجوم في مجرتنا حتى أنها تبدو متجاورة ومتتابعة بدرجة مثيرة وكأنها تبن منثور فذلك ما دفع العرب إلى تسميتها " درب التبانة " أما الإغريق فقد تخيلوا هذا الحشد النجمي وكانه طريق ينسكب عليه اللبن فأطلقوا عليه الطريق اللبني " Milky way"
(شكل (2) مجرة درب التبانة
وفي الحقيقة إن هذه النجوم تبعد عن بعضها بمسافات تعجز وحدات حسابنا وقياسنا المعروفة عن تقديرها ولذلك ابتكر العلماء ما يعرف بالسنة الضوئية " وهي تعنى المسافة التي يقطعها شعاع الضوء خلال سنة ميلادية .
فإذا كانت سرعة الضوء تساوى 186 ألف ميل في الثانية فإنه حسابيا نجد أن السنة الضوئية تساوى 1 مليون مليون ميل تقريبا .
وإذا تصورنا أن سفينة قضاء قد انطلقت بسرعة الضوء فإنها تحتاج إلى أربع سنوات وثلث لكي تصل إلى أقرب النجوم البنا وتحتاج الى 100 ألف سنة لكي تصل إلى نجوم مجرتنا ، وإذا علمنا أيضا أن مركبتي الفضاء فويبجر 21 منطقتان منذ أكتوبر 1977 ويوليو 1978 وكان من المفترض أن يظل برنامجهما حتى عام 2015 لاكتشاف ما يحيط بالمجموعة الشمسية فقط . وإذا علمنا أن المسبار فوييجر 2 قد غادر المجموعة الشمسية يوم 5 نوفمبر 2018م أي بعد 41 سنة وثلاثة أشهر تقريبا منذ إنطلاقه من سطح الأرض ، إذا فما هو حجم الكون .
ولقد أمدتنا السفينتان بمعلومات كثيرة جداً خلال مشوارهما داخل المجموعة الشمسية ، فكل بضعة أيام يتم يتم اكتشاف عالم جديد ولكن دون وجود أثر للحياة على العوالم المكتشفة ، وقد يكون ذلك على أحد الكويكبات التي تتبع المجموعة الشمسية أو في الفضاء السحيق خارج المجموعة الشمسية. وقد اكتشفت المركبة فوييجر 2 أحد الكواكب العملاقة ويمكنه أن يسع ألف كوكب مثل الأرض ويشتمل باطنه على هيدروجين سائل وذو درجة حرارة عالية جدا
كما أن أهم اكتشافاتها في نهاية القرن الماضي والتي تمت بمحض الصدفة هو اكتشاف منظومة كوكبية أصلية حول نجم لم يكن متوقعاً ويبعد عن الأرض بحوالي 1300 سنة ضوئية. وذلك طبقاً للتقنيات العالية المزود بها المسبار .
وهذا النجم هو البلسار ويطلق عليه اسم 12 +ـ B1257 وهو نجم نيتروني سريع الدوران وشمس شديدة الكثافة بصورة لا تصدق . كما أنه بقايا نجم ضخم تعرض لإنفجار السوبرنوفا . وهو يدور مرة كل ٠,٠٠621853 ثانية تقريبا بمعدل مقاس بدقة عالية ويدفع هذا البلسار 10 آلاف دورة كل دقيقة .
وقد وجد أن هذا النجم تنطلق منه موجات راديو تجاه الأرض تقدر بـ ١٦٠ خفقة كل ثانية. وقد فسرها العالم الكسندر فولزتشان عام 1991م على أنها حركة انعكاسية دقيقة للبلسار إستجابة لوجود الكواكب. وفي عام 1994م تأكد فولزتشان من التفاعلات الناجمة عن الجاذبية المتبادلة والمتوقعة لهذه الكواكب . وعلى خلاف التقنيات الأخرى فإن أسلوب توقيت البلسار يجعل إكتشاف الكواكب القريبة الشبية بالأرض يسير نسبيا .
وبعد خروج السفينتان فوييجر 1،2 من المجموعة الشمسية فإنهما سيظلان فترة داخل سحابة أورت " سحابة أورت هي عبارة عن حشد ضخم من المذنبات تريليون أو أكثر يدور في كل اتجاه في السماء ذو ارتباط ضعيف بجاذبية الشمس" قد تمتد تلك الفترة لسنوات عديدة حتى تخرج من النطاق الشمسي بالكامل وتدخل في القضاء البينجمي، وتكملان وداعهما الطويل للمنظومة الشمسية وتتحرران من أغلال الجاذبية التي قيدتهما ذات يوم بالشمس ، وسوف تنطلق السفينتان فوييجر إلى ذلك البحر المفتوح في الفضاء الواقع بين النجوم . وسوف يتجولان العصور في ذلك الظلام الهادئ البارد بين النجوم حيث لا يوجد شيء تقريبا يؤدى إلى تآكلهما طبقا للمعلومات المتاحة . وقد يظلان ملايين السنين يطوفان حول مركز مجرة درب التبانة .
ومن المعلومات التي وصلتنا أيضا فإن مجرتنا الهائلة "مجرة درب التبانة " هي واحدة فقط من ملايين الملايين من المجرات. وأن هذه المجرات ذات تباعدات هائلة بينها وبين بعضها مما يسمح لها بسرعة عالية في الدوران حول نفسها . وكلما زادت التباعدات كلما زادت سرعة إنطلاقها فك يكون إذا حجم الكون .
يقول الله سبحانه وتعالى في محكم التنزيل:
﴿وَالسَّمَآءَ بَنَيْنَٰهَا بِأَيْيدٍ وَإِنَّا لَمُوسِعُونَ﴾ 47 الذاريات
ويقول سبحانه:
﴿فَلَآ أُقْسِمُ بِمَوَٰقِعِ النُّجُومِ 75 وَإِنَّهُۥ لَقَسَمٌ لَّوْ تَعْلَمُونَ عَظِيمٌ﴾ 76 الواقعة
ويشير القرآن الكريم إلى الحركة المندفعة للنجوم في الكون بقوله تعالى:
﴿وَالشَّمْسُ تَجْرِى لِمُسْتَقَرٍّ لَّهَا ۚ ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ﴾ 38 يس
والآن يأتي سؤالنا عن المجموعة الشمسية وكيفية نشأتها بكواكبها وتوابعها ؟
ويجيب عن هذا السؤال السير جيمس جينز الإنجليزي فيقول في نظريته : أن نجما ضخما مر بالقرب من الشمس منذ مايقرب من 20 بليار سنة وأن قوة هذا النجم (أي قوة جاذبيته (قد احتديت من الشمس نافورة هائلة من كتلتها الملتهبة وأن هذه النافورة تمزقت إلى كتل متباعدة وبدأت تبرد تدريجيا مكونة المجموعة الشمسية . وأن هذا الحدث كان يمكن أن يقع مرارا في الفترة الباكرة من تاريخ المجرة .
وظلت هذه النظرية سائدة إلى أن ثبت أن مادة الشمس من المستحيل أن تبرد بنفس الطريقة التي بردت بها الكواكب ولا بد أن تمضى ملتهبة إلى الأبد إلى أن تتلاشى بفقدها كتلتها عن طريق التحول المستمر إلى طاقة ، فكيف يتفق ذلك مع الاقتراض بأن هذه الكواكب الباردة هي جزء من الشمس ؟
ولكن في عام 1977م تقدم مايكل وولفسون يتعديل لنظرية جينز مؤداه أن النجم العابر الذي اقترب من الشمس كان باردا وأنه هو الذي تمزق أو خرجت منه كتلة هائلة أو مجموعة متتالية من الكتل متفاوتة الأحجام وأنها بدأت تدور حول نفسها الشمس مكونة كواكب المجموعة الشمسية . وعلى هذا الأساس يمكن تفسير وجود الأقمار الطبيعية والمذنبات والنيازك والشهب على أنها

اجزاء تناثرت بالقرب من الأجزاء الكبرى التي كونت الكواكب .
ويقول الله سبحانه وتعالى:
 أَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ [سورة الأنبياء: 30]وهي إشارة معجزة تعبر عن عملية إنفصال أجرام السماء والأرض عن بعضها بعد أن كانت دخان يملأ الفضاء ثم سلما ومجرات .
وتضم المجموعة الشمسية تسعة كواكب وهي على الترتيب حسب قربها من الشمس :
1. عطارد (Mercury)
2. الزهرة (Venus)
3. الأرض (Earth)
4. المريخ (Mars)
5. المشتري (Jupiter)
6. زحل (Saturn)
7. أورانوس (Uranus)
8. نبتون (Neptune)
9. بلوتو (Pluto)
المحيط
(شكل 3) كوكب الأرض أزرق اللون (صورة من خلف مدار نيبتون)
أحيانا يتم تقسيمهم إلى كواكب داخلية وهي الأربعة كواكب القريبة من الشمس) عطارد والزهرة والأرض والمريخ (وكواكب خارجية وتضم الخمسة كواكب الأخرى (المشتري وزحل ويورانوس ونيبتون وبلوتو) كما يوجد بين كوكبي المريخ والمشتري آلاف الكويكبات أكثرها لا يزيد عرضه عن بضعة كيلومترات ، ويرجح العلماء أنها كانت كوكبا متماسكا في يوم ما ولكن تفككت مادته نتيجة الاضطراب حدث بداخله فتناثر في مداره على هيئة كويكبات .
(شكل 4) مجموعة الكواكب الداخلية والخارجية بالمجموعة الشمسية وتدور التوابع " الأقمار Satellites " حول هذه الكواكب وهي تختلف في أعدادها وأحجامها طبقا لجاذبية الكوكب، فالأرض يدور حولها قمر واحد .
بينما يدور حول المريخ تابعان (قمران) وكذلك حول نيبتون أما يورانوس فيدور حوله 5 خمسة أقمار ، وزحل يدور حوله تسعة أقمار بينما يدور حول المشتري ((12) إثنا عشر قمرا ، أما توابع الزهرة وعطارد فقد استعصى رصدهما لشدة التماع هذه الكواكب . وكذلك لم يتم التعرف على توابع بلوتو رغم اكتشاف العلماء لكوكبان جديدان أصغر من بلوتو يتبعان المجموعة الشمسية أيضا .
وكما ذكرنا سابقا أن الاعتقاد السائد أن الشمس تدور حول الأرض إلى أن نشر العالم الفلكي البولندي نيكولاس كوبرنيكس نظريته عام 1543م التي جعل فيها الشمس مركزا تدور حوله سائر الكواكب التابعة للمجموعة الشمسية، وكانت هذه النظرية سببا في محاربة الكنيسة له حرباً مريرة دفعته إلى عدم نشرها إلا وهو على فراش الموت ، ثم ظهر العالم الإيطالي جاليليو الذي أيد رأي كوبرنيكس حول نظام الكون وكان أول من أنشأ منظارا يرى تفاصيل الفضاء وأجرام السماء عام 1609م.
والمعروف أن الأرض تدور حول محورها في الوقت الذي تدور فيه حول الشمس وينشأ عن الحركة الأولى " الدورة اليومية " التي تستغرق 24 ساعة ويلاحظ أن محور دوران الأرض حول نفسها يميل على مستوى المدار بزاوية قدرها 23,55 وهذا هو السبب في اختلاف طول النهار في الصيف عنه في الشتاء. أما دورة الأرض حول الشمس فتستغرق 365 يوما وهو العام الأرضي وتكون حركة الأرض من الغرب إلى الشرق أي عكس الحركة الظاهرية للشمس) والتي تبدو لنا من الشرق إلى الغرب) وهي نفس ما يحدث عندما ينظر راكب القطار من النافذة فيرى المناظر حوله تتحرك في الاتجاه المضاد لحركة القطار ، بينما في الحقيقة المناظر ثابتة لا تتحرك وإنما القطار هو الذي يتحرك .
وفي الدورة السنوية الظاهرية للشمس لا يتعامد الإشعاع الشمسي على خط الاستواء إلا في يومي 21مارس و 21 سبتمبر حيث يتساوى الليل والنهار تقريبا في كافة أنحاء الأرض، وفيما بعد 21مارس تبدأ الشمس هجرتها الظاهرية نحو الشمال فيزداد طول النهار عن الليل في نصف الكرة الشمالي حتى تصل إلى مدار السرطان (خط عرض 23,4 شمالا) وهو أقصى مدى الهجرة الشمس الظاهرية تجاه الشمال ويكون ذلك في 21 يونيو حيث تتعامد الشمس على مدار السرطان ثم تنتقل الشمس ظاهريا صوب الجنوب حتى تتعامد على خط الإستواء في 21 سبتمبر ثم تستمر في هجرتها إلى الجنوب حتى تبلغ مدار الجدي (خط عرض 23.5 جنوبا) في 21 ديسمبر لتبدأ في العودة مرة أخرى إلى خط الاستواء لتبدأ دورة سنوية جديدة .

شكل 5) الحركة الظاهرية للشمس وتكوين الفصول
وحيث أن الأرض تنتقل من مكان إلى آخر في مدارها المرسوم لذا فإن مجموعة النجوم (الكوكبة Constellation) التي تظهر في سمائها تتغير من شهر الآخر . ولقد قسم الفلكيون مدار الشمس الظاهر إلى إثنا عشر قسما يسمى كل منها برجا، واطلقوا على كل برج إسم مجموعة النجوم التي تظهر خلاله مثل القوس والحمل والسرطان والدلو والثور .... الخ) ، وظلوا يربطون بين مصائر الناس وأحوالهم وبين طوالعهم (حساب الطالع أي حساب البرج الذي يكون طالعا في الوقت المطلوب) وهذا لا يعدو كونه خرافات محضة ليس لها أساس .
والمعروف أن المواقيت (اليوم والسنة (هي مسالة نسبية ، فاليوم القمري) مدة دوران القمر حول نفسه يختلف عن اليوم الأرضى حيث يساوى 28,33
يوم أرضى . كذلك يختلف عن اليوم في أي كوكب آخر من كواكب المجموعة الشمسية الإختلافها في الحجم وسرعة الدوران .
ويشير القرآن الكريم إلى اختلاف المواقيت عند الخروج عن نطاق الأرض فيقول سبحانه وتعالى : وَيَسْتَعْجِلُونَكَ بِالْعَذَابِ وَلَنْ يُخْلِفَ اللَّهُ وَعْدَهُ وَإِنَّ يَوْمًا عِنْدَ رَبِّكَ كَأَلْفِ سَنَةٍ مِمَّا تَعُدُّونَ [الحج: 47]
ويقول سبحانه أيضا في سورة المعارج تَعْرُجُ الْمَلَائِكَةُ وَالرُّوحُ إِلَيْهِ فِي يَوْمٍ كَانَ مِقْدَارُهُ خَمْسِينَ أَلْفَ سَنَةٍ [المعارج: 4]
ويفترض البعض أن هناك مخلوقات أخرى موجودة في الكواكب المختلفة ولكن رحلات الفضاء أكدت بالقطع عدم صحة هذا الإفتراض ، ففي رحلات أبوللو الأمريكية للقمر سنة 1969م تأكد أن القمر ليس به ماه ولم يكن على سطحه ماء في أي وقت وأنه خالي من أي شكل من أشكال الحياة على الإطلاق على الرغم من التشابه الموجود في عناصر تكوين الصخور الأرضية والصخور الموجودة على سطح القمر ...
أما رحلة السفينة الأمريكية فايكنج سنة 1976م إلى سطح المريخ فقد أشارت إلى أن كوكب المريخ يحاط بغلاف جوي يعتبر ساما للإنسان حيث يتكون من) 95% ثاني أكسيد الكربون و 2% نيتروجين و 1 أكسجين و أرجون وأنه لا توجد على سطحه اي خلايا عضوية على الإطلاق ولكن توجد نشاطات حيوية وهذا أمر من الأمور التي تحير العلماء فإما أن يكون شكل الحياة على المريخ مختلف عن ما نعرفه من أشكال الحياة على سطح الأرض ، وإما أن يكون ما يسميه العلماء نشاطا حيويا ليس الا تفاعلا كيميائيا ليس له مثيل على الأرض ، وهذا ما أكدته السفينة فوييجرا .
واستمر إطلاق سفن الفضاء الروسية نحو الزهرة حتى عام 1975م واتضح ان درجة حرارة الكوكب عالية وأن غلافه الجوى يخلو

من بخار الماء ، أما كوكب المشتري فقد أطلقت نحوه السفينة الأمريكية بيونير ١٠ ودخلت نطاق جاذبيته سنة 1972م وهذا الكوكب تنخفض درجة حراراته الى 138 م تحت الصفر وجاذبيته تتناسب مع كتلته التي تساوى 317 مرة قدر كتلة الأرض ولذا فقد أرغمت إثنا م يمدنا عنها بمعلومات كافية سوى رحلة سفينتا فوييجر 1 و 2
والتابعتان لوكالة ناسا الأمريكية . ونظرا لأن هذه السفن عبارة عن روبوت تم تغذيته بمظاهر الحياة على سطح الأرض ومحاكاة لبعض المظاهر الحياتية التي يتوقعها العلماء فلم يتم اكتشاف أيا من تلك المظاهر. ولن يستطيع اكتشاف الحياة كما نريد نحن ، فلن يكتشف الحياة سوى الحياة .
ومع ذلك فما يزال العلماء يتوقعون ظهور صور أخرى من الحياة على بعض الكواكب بحيث تنفق وظروف كل كوكب . فليس من الضروري أن تكون الحياة في أي كوكب شبيهة بتلك التي تدب على الأرض .
ولكن الرأي الأكثر إثارة من ذلك هو القول باحتمال وجود كواكب تتبع مجموعات شمسية أخرى منتشرة في القضاء الكوني ومرت بنفس الظروف التي مرت بها الأرض حتى ظهرت فوقها الحياة ، ولقد بحث العالمان السوفيتيان) أوبارين وفستكوف (هذا الاحتمال فوجوده واحد في المليون . بمعنى أن كل نجم من بين مليون نجم يحتمل أن يكون في مجاله كوكب صالح للحياة كالأرض "
وحيث أن مجرتنا وحدها تضم نحو أربعمائة ألف مليون نجم فإن مجرتنا يمكن أن يوجد بها أربعمائة ألف كوكب يشبه كوكب الأرض في ظروفه طبقا لتلك النظرية.

الباب الثاني
علم الأرصاد الجوية Meteorology
علم الأرصاد الجوية هو العلم الذي يختص بدراسة الغلاف الجوى المحيط بالكرة الأرضية وما يحدث فيه من ظواهر جوية ويصل على تفسير حدوثها ومدى تأثيرها على مختلف أوجه الحياة على الأرض .
و لعلم الأرصاد الجوية فروع عديدة منها ما يختص بدراسة الظواهر الطبيعية ومنها ما يختص بدراسة حركة الهواء ومنها ما يختص بداسة عناصر الرصد الجوى ومعالجتها إحصائيا " علم المناخ " ومنها ما يختص بالتنبؤ الجوي .
الطقس والمناخ Weather and Climate
يعرف الطقس Weather بأنه وصف دقيق للأحوال الجوية السائدة في وقت محدد (يوم أو عدة أيام) في منطقة جغرافية صغيرة .
أما المناخ Climate فيعرف بأنه وصف عام للأحوال الجوية السائدة خلال فترة زمنية طويلة لمنطقة جغرافية واسعة قد تشمل عدة دول تشترك في خطوط العرض، أو هو متوسطات القراءات عناصر الطقس خلال فترة زمنية كبيرة تصل العشرون عاما أو أكثر .
وتعرف عناصر الطقس بأنها كل العناصر الجوية التي يتم رصدها في وقت محدد وفي مكان معين بخلاف عناصر المناخ التي تتمثل في متوسط أكبر القيم وأصغرها لعناصر الرصد خلال سنوات سابقة ..
ويختلف المناخ من مكان لآخر فوق سطح الأرض تبعا لعدة مؤثرات تعرف بالضوابط المناخية Climatic controls وهي :
- خط العرض : فكلما اقترب المكان من خط الاستواء زادت درجات حرارة الهواء وكلما ابتعد المكان عن خط الاستواء انخفضت درجة الحرارة .
الارتفاع عن مستوى سطح البحر : حيث أنه بالارتفاع عن مستوى سطح البحر تنخفض درجة حرارة الهواء .
الأحوال الطوبوغرافية : مثل التضاريس المحلية والمواقع الجبلية .
فالناحية التي تهب منها الرياح عند جبل عالي يختلف مناخها عن الناحية الأخرى من حيث سقوط الأمطار ونسبة الرطوبة .
التوزيع السائد للضغط الجوى : وهذا التوزيع مهم جدا لأنه يحدد خواص كتل الهواء السائدة في تلك الأماكن. فالأماكن التي تقع مثلا في منطقة ضغط جوى مرتفع تمتاز بجو مستقر وهطول قليل أما إذا كانت تقع في ضغط جوي منخفض فيحدث العكس ..
- القرب من المسطحات المائية : كالمحيطات والبحار والبحيرات ويؤثر ذلك تأثيراً ملطفا على الأحوال المناخية في المناطق القريبة .
- تيارات المحيط : وهذه تلعب دورا هاما في نقل الحرارة من خط الاستواء نحو القطبين أو العكس .
وإذا درسنا التوزيع المناخي على سطح الأرض في أي فصل من فصول السنة لوجدنا أنه يمكن تقسيم الأرض إلى أقاليم متماثلة المناخ .
ومن أشهر التقسيمات المناخية المعروفة تقسيم كوبن الألماني Koeppen سنة 1918 الذي قسم سطح الأرض إلى خمس مناطق مناخية رئيسية هي :-
أ) مناخ مناطق الغابات المدارية (المناخ الحار المطير) : ويكون فيه متوسط درجات الحرارة في أبرد شهور السنة أعلى من م 18 .
ب) مناخ المناطق الجرداء : وهو مناخ جاف يكون فيه مجموع التبخر من التربة والنتح من النباتات يفوق كمية المطر المتساقطة على هذه المنطقة . ويسود هذا المناخ أساسا في المناطق بين المدارين .
ج) مناخ المناطق المعتدلة المطيرة : وفيه يكون متوسط درجات الحرارة في أدفا شهور السنة أعلى من ٣٠ م ولا تقل عن 18 ومتوسط درجة الحرارة في أبرد شهور السنة أعلى من ١٠ .
د) مناخ مناطق الغابات الباردة : وفيه يكون متوسط درجة الحرارة في ادفا شهور السنة أعلى من ١٠ و متوسط درجة الحرارة في أبرد شهور السنة أقل من م3 .
هـ) المناخ القطبي : وفيه يكون متوسط درجة الحرارة في أدفأ شهور السنة أقل من م ١٠ ...
أما الآن فقد تغير كل ذلك تماما فدراسة المناخ تشتمل على سلسلة كاملة من القياسات تؤخذ على مستوى العالم ويجرى تحليل هذا القدر الهائل من المعلومات بعد ذلك بواسطة أجهزة الحاسوب. وبالمثل من خلال الأقمار الصناعية الخاصة بالطقس والتي تدور حول الأرض يتحصل العلماء على المعلومات والصور ليتعرفوا عن الملامح المناخية . مثل درجات الحرارة الأسطح المحيطات وكميات السحب وأنواعها والحرارة التي تعكسها الأرض .
أما التغيرات التي تحدث للطقس فترجع أساسا إلى النشاط الشمسي الذي يتأثر بالدورة الظاهرية اليومية والسنوية للشمس بالإضافة إلى تدخل عوامل طبيعية كثيرة ومعقدة تؤثر أساسا على تحرك مراكز الضغط العالي والضغط المنخفض وما يستتبع ذلك من تحركات الكتل الهوائية من منطقة إلى أخرى وما يلى ذلك من تغير في العناصر الأخرى. وتحدث هذه التغيرات بسرعة لا تسمح بالإدلاء ببيانات دقيقة عن مستقبل التغيرات إلا خلال فترات لا تزيد عن يوم أو يومين .
التغيرات المناخية غير المألوفة :
لا تزال معلوماتنا عن أسباب التغيرات المناخية قاصرة. فنحن نعرف أن الأحوال الجوية في أي إقليم تكاد تستقر على وتيرة واحدة خاصة ، ويعتادها اهل هذا الإقليم على مر السنين، ولكن قد يحدث حيود واضح لأحد العناصر المناخية عن القيمة المتوقعة ومثل هذه الحالة ينظر إليها الإنسان كظاهرة جوية غير مألوفة قد نجد لها تفسير وقد لا نجد .

ومن العوامل الطارئة التي تتدخل في حدوث الظواهر الجوية غير المألوفة :
1دخول الأرض أثناء حركتها المندفعة ضمن المجموعة الشمسية في مجرى من مجاري الشهب المنتشرة في الفضاء الكوني .
تفجير القنابل الذرية وانتشار الغبار الذرى في سائر طبقات الجو .
تغيير سير التيارات المائية العظمى الأسباب غير معروفة مثلما حدث
التيار (همبولدت) وهو من تيارات المحيط الهادي الجنوبية الباردة والذي كان يتحرك بمحاذاة الساحل الغربي لأمريكا الجنوبية جالبا البرودة إلى أقصى الشمال ، ولكنه توقف فجأة سنة 1925م
ونتج عن ذلك ارتفاع درجة حرارة ماء البحر عن معدلاتها بقيم تعدت اله درجات مئوية وتغيرت أحوال الجو بصورة لم يألفها سكان تلك المناطق الساحلية حيث تكونت السحب الركامية خاصة الركام المزني وانهمر المطر بغزارة شديدة .
بمرور آلاف الملايين من السنين بطرأ تغيير في الطاقة الشمسية ويزداد لهيبها وهذا يؤثر بلا شك على كل شيء فوق سطح الأرض .
والشيء المؤكد أن الطبيعة لا تعرف البقاء على صورة واحدة إلى الأبد واستقراء تغير الجو في تاريخ العالم السحيق يؤكد أن التغير مؤكد . فتوزيع القارات والمحيطات بوضعها الحالي لم يكن كذلك في الأزمنة الغابرة .
فإذا نظرنا الآن إلى خريطة العالم فإننا نجد أن معظم مناطق اليابسة فوق سطح الأرض تقع شمال خط الاستواء ، ولكنها لم تكن كذلك دائما . فعلى مدى المائتي مليون سنة الماضية عندما بدأت الصور الأولى للديناصور تجول في أنحاء العالم ، كانت كل بقاع الأرض متصلة ببعضها في كتلة واحدة ضخمة امتدت من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي ، ومنذ ذلك التاريخ بدأت تلك القارة العملاقة تنقسم إلى قارات كما تعرفها في الوقت الحالي .
وفي عام 1912م اقترح الجيولوجي الألماني (الفريد فجتر) أن القارات كانت في الأصل قارة واحدة ضخمة تسمى (بانجيا) وهي تعنى بالإغريقية " أم القارات " ، وقد أتى بدليل يبين أنه منذ حوالي مائتي مليون سنة بدأت البانجيا في التشقق. وكان فجلر يعرف أن قشرة الأرض تتكون من نوعين رئيسيين من الصخور الأولى عبارة عن كتل كبيرة من الصخر المعروف بالجرانيت (القارات) والتي إنغمرت في النوع الثاني وهو صخر أكثر كثافة وهو البازلت .
وقد تصور قارات الجرانيت على أنها أطواف طافية على قشرة البازلت ، وقد بر من على أن القارات تنجرف ببطء. وفي حقيقة الأمر فنحن نعرف الآن أن حركة القارات هي حركة بطيئة بالفعل وهي ما بين سنتيمتر واحد إلى 12 سنتيمتر في السنة .
وعلى مدى عشرون عاما ظل العلماء ينظرون إلى أفكار فجر بارتياب شديد ومع مرور الوقت ظهرت أدلة جديدة تويد انزياح القارات . فإذا قارنا شكل سواحل غرب إفريقيا بسواحل شرق أمريكا الجنوبية يتضحأنهما قد انفصلا عن بعضهما في يوم ما، وإذا وضعت القارات في موضع مقارنة ليس من ناحية حدود السواحل ولكن من ناحية مراكز الرفوف القارية تحت البحر فلا يزال التوائم موجوداً . فقد كانت أمريكا وأفريقيا ذات يوم متصلتان ، أي أنهما كانتا كتلة واحدة .
القارات قبل ٢٠٠ و ١٨٠ مليون سنة.
ارسا
أمريكا
عد الانتهاء
أفريقيا
(شكل) يوضح نظرية فجر بأن اليابسة كانت كتلة واحدة
وقد اكتشف أيضا أن تكوين الصخور في أجزاء شرق أمريكا الجنوبية تتطابق تماما مع تكوينات الصخور في غرب إفريقيا ، وقد ساعدت نظرية الانجراف القاري أيضا في تفسير الصلة الوثيقة التي تربط بين أنواع الحيوانات في الأراضي التي يفصلها الآن المحيط الأطلنطي وبمرور الزمن تزحزحت القارات مسافات شاسعة ، ومن خلال فحص الحفريات الموجودة بالصخور وبواسطة وسائل أخرى يستطيع العلماء أن يرسموا مخطط التاريخ مناخ المنطقة ما . وقد عرفوا على سبيل المثال أن الأنتاركتيكا كانت في أحد الأزمنة بالمنطقة المدارية ، وكانت تقع أمريكا الشمالية على خط الاستواء . وبقياس إتجاهات المجال المغناطيسي المدينة في صخور ذات أعمار مختلفة استطاع العلماء رسم إنجراف أراضي الصيد في بريطانيا منذ كانت تقع جنوب الاستواء منذ ٤٠٠ مليون سنة .
شكل (7) بداية انفصال أمريكا الجنوبية عن إفريقيا
وعلى الرغم من أن حركة الألواح القارية تعتبر بطيئة جداً إلا أنها تتحرك بقوة هائلة يسبب كتلتها الضخمة. وأوضح فجنر أن الحافة الأمامية من القارة التي تتحرك خلال قشرة البازلت ستتبعج إلى أعلى مكونة سلاسل جبلية، وقد تكونت جبال الألب عندما اصطدمت أوروبا بإفريقيا ، وتكونت جبال الهيمالايا عندما اصطدمت آسيا بالهند .
ووضع فجنر فرضاً آخر مهما يدعم نظرياته. فقد درس الرحلة الطويلة الهائلة التي يقوم بها سمك الإنكليس الأوروبي من أجل التزاوج في البحر الكاريبي، ورحلة العودة الطويلة المتساوية للمياه الأوروبية التي يقوم بها صغار أسماك الإنكليس .
والتفسير الوحيد الذي استطاع أن يجده فجنر لهذه الرحلات ، هو أن أسماك الانكليس لديها غريزة موروثة يرجع تاريخها إلى الزمن الذي كانت فيه أمريكا وأوروبا متجاورتان .
وإذا كانت القارات جميعا في يوم ما كتلة يابسة واحدة تسمى البانجيا والتي بدأت بالانقسام في العصور الكربونية الأخيرة (منذ حوالي مائتي مليون سنة) فإن بحر التيتان كان بحرا عميقا متسعا ، والذي يعتبر البحر والغرب وفي النهاية قسم القارات العظمى اليوراسيا وجوندونالد وأوضاع القطبين الشمالي والجنوبي أدت إلى ظروف مناخية مختلفة تماما في مناطق معينة عن ظروفها المناخية الحالية. وعلى سبيل المثال
فإن بريطانيا كانت في يوم من الأيام تعيش حياة إستوائية .
وكما نعلم أن الأرض في تغير بطيء مستمر من ناحية الشكل فقد تم تغييرها من الشكل الكروى إلى الشكل البيضاوي ، كما أن قطرها الواصل من بين القطب الشمالي إلى الجنوبي يتناقص بكمية ضئيلة جدا على مدى الزمن، والغريب أن القرآن الكريم أشار بدقة معجزة إلى هذه الظاهرة الكونية التي لا يدركها سوى علماء العصر الحديث ، فقال تعالى : أولم يروا أنا تأتي الأرض للقصها من أطرافها والله يحكم لا معقب لحكمه وهو سريع الحساب الرعد / 41
وقال تعالى : (أفلا يرون أنا لأتي الأرض للقصها من أطرافها المهم الغالبون) الأنبياء / 14
ومن الجدير بالذكر أن الأقطاب المغناطيسية للأرض قد غيرت مواقعها أكثر من مرة خلال القرون الماضية ويتوقع العلماء أن موجة قوية لحركة المجال المغناطيسي للأرض سوف تتم خلال الألف سنة المقبلة بحيث يصبح القطب المغناطيسي الشمالي واقعا على الساحل الإطلنطي للقارة الأفريقية ، بينما يصبح القطب الجنوبي واقعا على المحيط الهادي قرب أمريكا الجنوبية .
وخلال الثلاثين سنة الأخيرة حدث نقص سريع في حجم الثلاجات القطبية (المناطق الجليدية) في الأقاليم المناخية لشمال الأطلنطي إلا أن ذلك لم يحدث في القطب الجنوبي ، والمعروف أن ذوبان أي جزء من الغطاء الجليدي الذي يغطي المناطق القطبية يؤدى إلى :-
- انسياب الماء الناتج عن إنصهار الجليد إلى المحيطات والبحار مما يؤدى إلى ارتفاع مستوى سطح البحر. وهذا ما تلاحظه الآن على الشواطئ المصرية في الإسكندرية ورشيد ودمياط وغيرها من المدن الساحلية. حيث نشاهد ارتفاع منسوب المياه في البحر مما أدى إلى اختفاء بعض الشواطئ تحت المياه ..

ارتفاع الأرض التي كان الجليد يغطيها ، وخير شاهد على ذلك شبه جزيرة إسكندينافيا في شمال أوروبا، حيث ترتفع بمعدل ثلث متر تقريباً كل قرن منذ أن ذاب عنها الجليد الذي كان يغطيها في العصور السابقة .

الباب الثالث

الغلاف الجوى Atmosphere

يعرف الغلاف الجوى بأنه ذلك المجموع الغازي الذي يحيط بالكرة الأرضية وتحتفظ به بفضل جاذبيتها .

كما يطلق لفظ الغلاف الجوى على تلك الغلالة أو المادة الغازية الشفافة التي تحيط بالكرة الأرضية وتفصل سطحها عن الفراغ الكوني وتحتفظ به بفضل جاذبيتها، ويحتوى هذا الغلاف على مجموعة من الغازات التي لا طعم لها ولا لون ولا رائحة ، وتعرف باسم الهواء، والغاز المتحرك يظهر خاصية الليونة والقابلية للضغط والتمدد ويمكنه أن ينقل تضاغط الموجات ، له شفافية يظهرها نمو كثير من الإشعاعات. وأبسط مظاهر الهواء فوق أننا نستنشقه فهو يؤثر على الأجسام عندما تتحرك أجزاء منه حيث تعرف بالرياح . فالرياح إذا هي الهواء المتحرك . وتولد الرياح أمواج البحر المختلفة عند انسيابها فوق سطحه . كما أنها تدفع السفن الشراعية وتثير الرمال والأتربة وتحمل السحب وتنقلها من مكان لآخر .

وان تحرك الهواء ببطء سمى نسيما ومن النسيم ماهو خفيف ومنه ما هو منعش أو معتدل ، وإن هزت الرياح فروع الشجر أو أثارت الغبار من سطح الأرض سميت رياح نشطة فشديدة وقد تصبر عاصفة في حالة الأنواء والأعاصير ، وقد يطيح ضغطه بالمباني أو يغرق السفن . ويستخدم رجال الأرصاد الجوية مقياسا لوصف سرعة الرياح أو قوتها وأثرها ، وتتحرك الرياح عند قوة " 1" بمقدار أميال قليلة في الساعة ومن العسير أن نشعر بها، أما عند قوة "١٠" فتبلغ سرعة الرياح أكثر من ٦٠ ميلا في الساعة ويمكن للرياح عند هذه السرعة أن تحطم الأشجار أو أن تضر بالمباني .

ويتوقف وجود الغلاف الجوي وخصائصه لأي كوكب على عدة عوامل :

-- قوة الجاذبية لذلك الكوكب ، وهذه تتأثر بكتلته وكثافة معادنه وحجمه .

درجة حرارة سطح الكوكب، وهذه تتأثر بالقرب أو البعد عن الشمس حيث أنه كلما ارتفعت درجة حرارة الكوكب كلما زاد معدل هروب الغازات من غلافه الجوى .

كثافة الغازات المكونة للغلاف الجوى فهروب الغازات الخفيفة كالهيدروجين والهليوم يكون أسرع من هروب الغازات الثقيلة .

ولهذه الأسباب تجد أن قمر الأرض لا يحتفظ في محيطه بجو محسوس الصغر حجمه الذي لا يزيد عن ربع حجم الكرة الأرضية وصغر جاذبيته (سدس جاذبية الأرض) . ونظرا لعدم وجود غلاف جوى للقمر فإن المدى الحراري بين الليل والنهار يكون شاسعاً. ففي النهار تكون الحرارة حارقة وفي الليل يكون البرد قارصا ...

ومن الطريف أن تعلم أن ظهور الحياة على الأرض قد أحدث تغييرا جوهريا في الجو المحيط بالأرض. فقبل ظهور الحياة كان جو الأرض مختزلا خاليا من الأكسجين) عبارة عن خليط من غاز الميثان والنشادر والهيدروجين وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء (يدل على ذلك تركيب الصخور في الأحقاب الجيولوجية القديمة . أما الغلاف الجوى الحالي فهو من إنتاج الكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بتحليل المواد العضوية وإنتاج غازات الميثان والنشادر وغيرها .

التركيبي الحجمي للهواء بالقرب من سطح الأرض :

يختلف التركيب الحجمي للهواء قرب سطح الأرض عنه في طبقات الجو العليا . فبالقرب من سطح الأرض يكون متوسط التركيب الحجمي للهواء كما

يلى :-

78 نيتروجين

2% اكسجين

أرجون وكريتون وهيدروجين وغازات أخرى .

بالإضافة إلى مكونات متغيرة النسبة :

بخار الماء وتتراوح نسبته من ضئيل جداً - 4%

ثاني أكسيد الكربون (تتراوح نسبته من صفر - 3٠٠٠٪)

الأوزون وتتراوح نسبته حسب الحالة الجوية ويزيد مع الارتفاع في الجو.

أما في طبقات الجو العليا فيعتقد أن التركيب يختلف عن ذلك بوضوح حيث تزداد نسبة الغازات الخفيفة كالهيدروجين والهيليوم الذي يساعد انخفاض درجة حرارة الطبقات العليا على الاحتفاظ بنسبة كبيرة منها أما على ارتفاع

٢٠-6٠ كم فوق سطح الأرض فيتواجد غاز الأوزون بكثرة .

أهمية الغلاف الجوى بالنسبة للحياة فوق سطح الأرض :

الغلاف الجوي ضروري للحياة فوق سطح الأرض بما يحتويه من

أكسجين وبخار ماء وثاني أكسيد الكربون

يعمل كوسط فاصل بين سطح الكوكب والفضاء المحيط به من سرعة التبريد ليلا .

يؤدى إلى حدوث تيارات هوائية كنقل موجات البرد إلى المناطق الحارة والعكس .

يحمى سطح الأرض من الشهب الساقطة والنيازك حيث تحترق بفعل

احتكاكها بطبقات الغلاف الجوي أثناء الهبوط .

ه يصد عنا غائلة الأشعة الكونية ويضعف من شوكة الأشعة فوق

البنفسجية الضارة .

يشتت الشعاع الضوئي الشمسي فيضيء جو الأرض وتكتسب السماء

لونها الأزرق البهيج .

فكل يعمل الغلاف الجوي كمسرح للظواهر الجوية المختلفة الأحوال الجوية على الأرض هي نتاج تأثير أشعة الشمس في جو الأرض .

يعمل كوسط تنتقل خلاله أصواتنا وموجات اللاسلكية وتطير فيه طائراتنا .

هذا ويمكن أن تعتبر جو الأرض بمثابة محيط عظيم من الهواء ونحن نعيش في قاعه في مأمن من الأهوال الموجودة في الفضاء الخارجي والطبقات العليا من الغلاف الجوى منتهيا من حيث إمكانية الحياة عند ارتفاعات لا تزيد عن خمسة عشر كيلومتر . ففي هذه الطبقة توجد تسعة أعشار كتلة الهواء ، أما من حيث الظواهر الطبيعية التي توجد في جو الأرض العلوي فيمكن تقدير سمك الغلاف الجوي بأكثر من كم حيث يخلخل الهواء بشدة على تلك الأبعاد الشاسعة

ومن هنا نجد أن الهواء هام جداً كعامل من العوامل التي تؤثر على سطح التربة ، ويمكن تلخيص تلك الأهمية في النقاط الآتية :-

التأثير الكيميائي لبعض العناصر المكونة للهواء في المعادن وفي الصخور التي تكون القشرة الأرضية (اليابسة).

حركة الهواء وما ينتج عنها من رياح وأعاصير تثير أمواج البحر وتحمل أبخرته التي تتكاتف إلى سحب وأمطار هي مصدر المياه العذبة على سطح الأرض

الهواء هو الوسط الذي تتخذ منه الطبيعة (بعض عوامل التعرية معولا لكحت الصخور الخارجية للقشرة الأرضية وتفتيتها) .
الهواء يتأثر بسهولة بالحرارة والضغط ، واختلاف الحرارة هي السبب في أغلب الإختلافات للضغوط الجوية . وهذه هي الـتي تـدفع الهواء ليتحرك ..
طبقات الجو المختلفة :
يمكن تقسيم الغلاف الجوي إلى طبقات على أساس معدل التغير في درجات الحرارة مع الإرتفاع كما هو بالرسم .
الكسوسفير
ميزو سفير
تروبوسفير
+
أخي تركيز الأوزون
الارتفاع (كم)
درجة الحرارة (م)
(شكل (8) طبقات الغلاف الجوى طبقا للتوزيع الحراري .
1 - طبقة التغيير Troposphere
تعتبر طبقة التغير من أهم الطبقات المدارس الأرصاد الجوية والمناخ ، لأنها الطبقة التي يعيش فيها الإنسان وتحتوى على أكثر من ٨٠% من كمية الهواء الجوي، وفيها تحدث الظواهر الجوية المعروفة من ضباب وسحب وأمطار
ورياح وعواصف وذلك نتيجة لدورة بخار الماء التي تعتبر مقصـورة على هـذه الطبقـة وحـدها . (75٪ من بخـار المـاء في الأربعـة كيلومترات الأولى في الغلاف الجوي) . وتحتوى هذه الطبقة على الأكسجين والنيتروجين وثـاني أكسـيد الكربـون وبعض الفلـزات الأخرى بالإضافة إلى بخار الماء ، ويختلف ارتفاع هذه الطبقـة من نحـو 8 كيلومـتر عنـد القطـبين إلى نحـو 18 كيلومـتر عنـد خـط الاستواء، بمتوسط قدره 13 كيلومتر، وأهم صفة تميز هذه الطبقة هي الانخفـاض التـدريجي لدرجـة الحـرارة مـع الارتفـاع بمعـدل درجة واحدة مئوية كلما ارتفعنا ١٦٠ م الأعلى أي بنحو 6,2 درجة مئوية لكل كيلومتر ارتفاعـا عن مسـتوى سـطح البحـر. ويعـرف الخط الوهمي الذي ينتهي عنده الانخفاض في الحرارة مع الارتفاع باسـم الـترويبوز Tropopause والسـبب في هـذا التـدريجي لدرجة الحرارة مع الارتفاع في هذه الطبقة . هو أن هذه الطبقة تسخن أساساً من أسفل لأعلى . أي من سطح الأرض حيث تنتقل الحرارة لالتوصيل والحمل ، ولذا توجد في هذه الطبقة التيـارات الرأسـية وهي تسـاهم في رفـع السـحب لأعلى. كمـا تتمـيز هـذه الطبقة بأنها موطنا للتقلبات الجوية .
- طبقة السكون
Stratosphere
تمتد هذه الطبقة من الألخط الوهمي Tropopause حتى الخط الوهمي Stratopause والذي يقع على ارتفاع ٥٠ دد كيلومتر من سطح الأرض وتتميز هذه الطبقة بثبات درجة الحرارة بالارتفاع قرب التروبوبوز . ثم تأخذ في الزيادة مع الارتفاع بعـد ذلـك لتواجـد غاز الأوزون بكثرة على هذه الارتفاعات وهو الذي يمتص الأشعة فوق البنفسجية التي ترسلها الشـمس . حيث تتحـول إلى حـرارة ترفع من درجة الحرارة لتلك الطبقة حتى تصل إلى أقصى قيمة لها عند ارتفاع 55 كيلومتر، كمـا تتمـيز هـذه المنطقـة بالاسـتقرار النسبي في حركة الرياح . بمعنى أن حركة الهواء أفقية فقط ولا توجد في هـذه الطبقـة تيـارات رأسـية ، لـذا يعتـبر جوهـا أنسـب الأجواء الرحلات الطيران . خاصة إذا استغل الطيارون مجاري الرياح النفاثة التي تنساب في قاعدة هذه الطبقـة . كمـا تقـل أيضـا نسبة بخار الماء في هذه الطبقة ، لذا ينعدم تكوين السحب بها والرؤية واضحة تماماً مما يجعلها مثالية للطيران .
والسبب في وجود الأوزون بكثرة على هذه الارتفاعات (بين ٣٠ - ٥٠ كيلومتر) بينما نقل كمياته أسفل هذه الطبقـة وأعلاهـا على السواء ، هو أن غاز الأوزون (03) من الغازات غير المستقرة ، فهو ينتج من عمليات الكيمياء الإشعاعية بأكسدة أكسجين الهــواء الجوى 02 بفعل الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس فينحل بعض جزيئاته بتأثير هذه الأشعة إلى ذرات نشـيطة. ثم يتحـد بعض هذه الذرات مرة أخرى مع جزيئات الأكسجين مكونة الأوزون كما بالمعادلة الآتية .
O2
U.V.
0+ 02
0+0
كما قد يحدث تعرض بخار الماء الجوى للأشعة فوق البنفسجية وإنتاج غاز
الأوزون وفوق أكسيد الهيدروجين .
ويتم في هذه العملية امتصاص قدر كبير من الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس فلا يصـل منهـا إلا إلى سـطح الأرض إلا قدر معتدل لا يؤثر كثيرا
في حياة الكائنات الحية ..
وبذلك تمثل طبقة الأوزون التي تتكون في الطبقات العليا من الجو درعاً واقيا يحمى الكائنات الحية التي تعيش على سطح الأرض من غوائل هذه الأشعة المدمرة. وتقل كمية الأوزون في طبقة التغير السفلى (التروبوسفير) لأنـه يتحلـل ببطء إلى أكسـجين في درجات الحرارة العادية . ولأن الأشعة فوق البنفسجية التي تصل إلى هذه الطبقات تكون ضعيفة التأثير. كما نقل كمياتـه بالارتفـاع عن طبقة السكون لأن وجود الأكسجين يقل وبخار الماء يكاد يكون متعلم .
- الطبقة الوسطى :
Mesosphere
تمتد هذه الطبقة من خط Stratopause حتى خط . Mesopause
والذي يقع على ارتفاع ٨٠ - 85 كيلومتر من سطح الأرض .
و تمتاز هذه الطبقة بانخفاض درجة حرارتها مع الارتفاع حتى تصل إلى قمة هذه الطبقة إلى أقل قيمـة لهـا في جـو الأرض ١٠٠م) لانعدام وجو بخار الماء بها . (فالمعروف أن بخار الماء يمتص كمية كبيرة من طاقة الإشعاع الشمسـي ثم يطلقهـا عنـد التكـاثف) وكذلك لندرة وجود الأكسجين وبالتالي تقل كميات الأوزون مع الارتفاع. كمـا تتمـيز الطبقـة أيضـا بظهـور الومضـات المضـيئة كمـا تتحكم في الشهب والنيازك التي ترد من الفضاء الخارجي حيث تحترق وتتلاشى فيها معظم الشهب الهاوية إلى الأرض .
- الطبقة المتأينة (الأيونوسفير) Ionosphere
وهي طبقة تمتد من الميزوبوز بين ارتفاعي ٨٠ ٣٠٠٠ كيلومتر وتتميز بانتشار الأيونـات " أي ذرات الهـواء المتأينـة نتيجـة لتعرضـها للأشعة فوق البنفسجية " والعوامل الجوية السائدة على هذه الارتفاعات من إنخفاض حاد في درجات الحـرارة ونقص في الضـغط الأمر الذي يساعد على خلق حالة من التوتر الذرى والذي يجعل ذرات الغازات المتخلخلة تخلخلا شديدا في حالـة شـبه متكهربـة ، فيمكنها أن تعكس الموجات اللاسلكية التي تخترقها . وقد تعارف علماء الاتصالات اللاسـلكية على تقسـيم طبقـة الأيونوسـفير إلى طبقتين
فرعيتين هما :-

1) طبقة هيفسيد Heaviside وذلك نسبة إلى العالم " كينلي هيفسيد " وهي تمتد من ارتفاع ٨٠ - ١٠٠ كيلومتر .
ب طبقة أبلتون Appleton وهي تمتد بين ارتفاعى ٢٥٠ - ٣٠٠
كيلومتر .
وكلتا الطبقتان تعملان على عكس الموجات اللاسلكية. فالطبقة الأولى " طبقة هيفيد " تعمل كمرأة عاكسة للإشارات اللاسلكية طويلة الموجة ، أما طبقة أبلتون فتعمل على عكس الإشارات اللاسلكية قصيرة الموجة Short Waves وإعادتها إلى الأرض خاصة ليلا، ولذلك يسهل التقاط الإذاعات ذات الموجات القصيرة عندما يحل الظلام. كما توجد موجات لاسلكية بالغة القصر ذات ذبذبات عالية جداً مثل موجات الإرسال التليفزيوني فهذه قد يعجز الغلاف المتأين عن إحداث انعكاس لها ويمكن أن تنفذ . ولذا يتم الاتصال بسفن الفضاء عن طريقها .
Deyer 60
AlMadeit
شكل (9) طبقات عكس موجات الراديو والرادار
ولقد عمل بعض العلماء على تحديد طبقات فرعية أخرى في طبقة الأيونوسفير مثل طبقة (D) فوق طبقة هيفسيد والطبقة (6) فوق طبقة ابلتون . وكلتا الطبقتين لهما نفس الخصائص .
وفي طبقة الأيونوسفير تحدث أحيانا ظواهر جوية خاصة وغير شائعة ويغلب أن نرى في المناطق الباردة والقطبية مثل ظاهرة وهج الأورورا " Ourora وهو توهج يحدث في طبقات الجو العليا نتيجة لتأين الغازات ، وفي المناطق القطبية الشمالية تسمى أورورا بولاريس " Ourora Polaris " ، أما في المناطق القطبية الجنوبية فتسمى أورورا أوستراليس " Ourora Oustoralis "
ويلي طبقة الأيونوسفير الفضاء الخارجي الذي يفصل الأرض عن الفضاء الخارجي أو الكواكب الأخرى في المجموعة الشمسية .
ويُطلق علماء الكونيات اسم الفضاء البيكوكبي، وهو الذي يفصل بين الكواكب وبعضها ، بينما القضاء الذي يفصل بين المجموعة الشمسية وأى نجم قريب لها يطلقون عليه الفضاء البينجمي، وفي الواقع فإن طبقة الأيونوسفير تعتبر تابعة لطبقة الثرموسفير (الطبقة الحرارية) والتي تضم في الجزء الأسفل منها حتى ارتفاع ٣٠٠ كيلومتر طبقة الأيونوسفير كما سنذكر.
ه الطبقة الحرارية (الترموسفير) Thermosphere
وهي الطبقة الممتدة من الميزوبوز Mesopause حتى الترموبوز Thermopause أي بين ارتفاعي ٨٠ - ٨٠٠ كيلو متر من سطح الأرض حيث خط الترموبوز ، وتحدث فيها تبدلات حادة في درجات الحرارة بين الليل والنهار، وتتميز هذه الطبقة بارتفاع درجات الحرارة بدرجة كبيرة نظرا لوجود الأكسجين الذي له القدرة أيضا على امتصاص حرمة أخرى من الأشعة فوق البنفسجية (من ٠,17 حتى ٠.3٠ ميكرون) ويتحول جزء كبير من هذه الأشعة عند امتصاصها إلى طاقة كيميائية تحلل الأكسجين الذرى إلى جسيمات كهربية اللازمة لإتمام عملية التأين التي تتم في هذه الطبقة (في الجزء السفلى منها) في منطقة الأيونوسفير حتى ارتفاع ٣٠٠ كم . وذلك تحت ضغوط منخفضة جداً ، كما يتحول كميات أخرى من تلك الأشعة إلى طاقة حرارية في الزم مايكون لرفع درجة حرارة تلك الطبقات وحفظ التوازن الحراري فيها . وهذه الطبقة تتميز بخفة غازاتها حيث يسود فيها غازي الهيدروجين والهيليوم. وتطلق الغازات بهذه الطبقة الكترونات بفعل الموجات القصيرة من أشعة الشمس مما يسبب تحول ذرات الغازات إلى ايونات والتي يمكن بناءا عليه أن يطلق عليها إسم طبقة الجو المؤين والتي تتميز بشحناتها الكهربية مما يجعلها وسطا موصلا للكهربية ، وقد استفاد الإنسان من هذه الظاهرة في الاتصالات بالراديو والتليفزيون كما ذكر سابقا .
وترجع أسباب تأين الغازات على هذه الارتفاعات إلى عدة عوامل أهمها :-
انخفاض الضغط وقد يكون منعدم تماما .
استقبال الإشعاعات الصادرة من الشمس كأشعة اكس (X ray) والأشعة فوق البنفسجية .. ولذا نجد أن هذه الطبقات تصل نهايتها العظمى عند انتصاف النهار وتقل عند الغروب .
استقبال الأشعة الكونية .
تكون بعض أكاسيد الأزوت القابلة للتأين بسهولة والناتجة عن الاحتراق الذي يحدث للشهب والنيازك التي تهوى إلى الأرض .
ه الطبقة الخارجية Exosphere
وتمتد هذه الطبقة من الترموبوز حتى تتلاشى في الفضاء الكوني. أي تمتد بين ارتفاعي ٨٠٠ إلى أكثر من ١٠٠٠ كيلومتر نحو القضاء البيكوكبي أو الفضاء الكوني الذي بين الكواكب أو بين الكواكب والشمس وبين النجوم
وبعضها البعض ....
وهذا توجد الذرات والأيونات وليس بينها أي تجاذب .
ولذا لا ينتشر الصوت العادي لأن المسافات بين مكونات الهواء تكون مساوية تقريبا الأطوال الموجات الصوتية أو قد تكون أكبر منها. وإذا تيسر للإنسان أن يجاوز هذه الطبقة إلى الفضاء الكوني فإنه يرى الكون مظلما حوله حيث لا يتشتت ضوء الشمس ولا يضاء سوى الجزء الذي تسقط عليه الأشعة فقط .
العناصر الجوية .
كل ما يمكننا قياسه من صفات الهواء الطبيعية أو تقدره أو حتى نصفه بدقة علمية يسمى عنصرا جويا ، وهذه العناصر هي التي تحدد حالة الطقس أو المناخ بدقة لموطن ما ، أو المنطقة جغرافية محددة .
وأهم العناصر التي تحدد طبيعة الجو في أي موطن هي :-
1- الحرارة
2- الضغط الجوي
الرياح
الرطوبة
ه السحب
مقدار الهطول على المنطقة ونوعه (قطرات مائية - ثلج - برد)
حالة الجو عموما من حيث تواجد أو اقتراب أو إنتهاء العواصف
ومنها عواصف الرعد وعواصف الرمال والعواصف الثلجية .
درجة شفافية الهواء أو مدى الرؤية، وهذا العنصر يعتبر هام جدا بالنسبة للملاحة سواء جوية أو بحرية .
هذا ويتم تحديد عناصر الجو في أمكنة متفرقة على الأرض (محطات الرصد الجوى) ويمثلها محطة رئيسية في كل دولة تخرج منها بيانات الأرصاد . ويتم رصد هذه العناصر في ساعات معينة من كل يوم ووضعها على خرائط خاصة تعرف بخرائط الطقس أو خرائط التنبؤ الجوى ..

الباب الرابع
HEAT الحرارة
تعرف الحرارة بأنها إحدى صور الطاقة التي يتسبب عنها سخونة الأجسام المادية أو هي المؤثر الذي يسبب بانتقاله إلينا إحساسا

بالسخونة أو البرودة .
وتعرف الطاقة Energy بأنها القابلية لإحداث شغل Work أو بتعبير بسيط هي كل ما يبعث الحركة في الأجسام .
وهناك عدة صور للطاقة مثل :-
الطاقة الكهربية - الطاقة الكيميائية - الطاقة الحرارية - الطاقة الإشعاعية -الخ. وهذه الصور من الطاقة متشابكة العلاقة الطاقة النووية بعضها ببعض ، بمعنى أنه يمكن تحويل أي صورة منها إلى الصور الأخرى ولكن بطرق خاصة ومعقدة نوعا ما . كما يمكن اختزان كل هذه الطاقات تحت اسم الطاقة الكامنة .
تعتبر الشمس هي المصدر الرئيسي أو الأساسي إن لم يكن الأوحد المؤثر في حرارة جو الأرض. حيث أن كمية الحرارة التي تصل إلى الأرض من الكواكب الأخرى والقمر تعتبر ضئيلة جدا بما في ذلك الحرارة الإشعاعية الذاتية من باطن الأرض تكاد تكون معدومة التأثير على جو الأرض .
فالشمس ذلك النجم الهائل الذي يزيد قطره عن المليون وثلث المليون متر .
أي أن قطر الشمس أكبر من قطر الأرض مائة مرة ، ولكنها ماهي إلا أتون ذري هائل يحول الكتلة الغازية عن طريق التفاعلات النووية التي تحدث داخلها إلى طاقة إشعاعية، فكل ثانية يتم تحويل 587 مليون طن من غاز الهيدروجين إلى 583 مليون طن من غاز الهيليوم. أما الأطنان الأربعة.
الباقية فهي تتحول إلى طاقة إشعاعية تتناثر في الفضاء الكوني ولا يصل منها إلى الأرض سوى جزأين من مليار جزء .
ومن تقدير العلماء للكتلة الغازية للشمس يتضح أنها لا تزال في مقتبل العمر .
وكلما زادت في العمر كلما زاد لهيبها وسوف يصل الحال بعد مرور آلاف
الملايين من السنين على أن تغلى مياه المحيطات ويتشتت الغلاف المحيط بالأرض في أرجاء الكون، وبذلك تنتهى جميع صور الحياة على الأرض .
ويقدر علماء الفلك درجة حرارة الشمس على سطحها الخارجي بحوالي ٦٠٠٠ درجة مئوية أما في الداخل فلا سبيل إلى تقديرها إلا بملايين الدرجات مما يفوق حد الوصف وإنه لمن حسن حظنا أن وجودنا على بعد 93 مليون ميل من الشمس لا يعرضنا إلا لجزء يسير وبسيط من الأشعة التي ترسلها وكما يعرف كل فرد من أن كوكبنا يدور حول هذه الشمس المرتفعة الحرارة بسرعة فائقة كما أنه يدور دورة كاملة حول محوره كل 24 ساعة ، وبذلك يتعرض كل جزء من سطح الأرض للشمس ثم يبتعد عنها فنقول أن الشمس تشرق وتغرب وينجم عن هذا الدوران اختلاف درجات الحرارة ما بين الليل والنهار ، أي أنه يسبب بعض مانعاني من تغيرات يومية في الجو . وقد يتبادر إلى أذهاننا أن اقتراب الأرض من الشمس لا يتم إلا في الصيف ؟ إلا أن الأمر على النقيض تماما ، ومن المدهش حقا أن هذا الاقتراب لا يحدث بالنسبة إلينا) أي في نصف الكرة الشمالي مثلا) إلا في الشتاء.
فنحن عندما يحل بنا فصل الشتاء تكون أقرب إلى الشمس) أو أقل بعداً من بعدنا عنها خلال الصيف .
ولكن إذا كان الأمر كذلك فلماذا إذا لا نجد الشتاء أنفا أو أشد حرارة من الصيف ؟
أن هذا الأمر كان يمكن أن يحدث لولا ميل محور الأرض ، فليس من شك أنه لولا هذا الميل لكان جو الشتاء عندنا أكثر حرارة من جو الصيف " فالمعروف علميا أنه كلما تعاملت الأشعة الساقطة على السطح عظم أثرها الحراري والعكس بالعكس " والذي يحول دون حدوث هذه الظاهرة هو ميل المحور الذي تدور حوله الأرض. فبينما يتجه قطبها الشمالي خلال الصيف عندنا (نصف الكرة الشمالي (تجد أنه في الشتاء عندما تكون الأرض في الجزء المقابل من المسار يميل متباعداً عنها، وهكذا نجد انه بالرغم من وجودنا على مسافة كبيرة نسبيا من الشمس خلال الصيف فإن أشعتها تتساقط مباشرة فوق الرؤوس بوفرة وغزارة. أما في فصل الشتاء فتصلنا هذه الأشعة مائلة فلا تحدث من الأثر والتسخين ما تحدثه أشعة الصيف المتعامدة أو القريبة من التعامد أما في فصلي الربيع والخريف فلا يتجه أي قطب من قطبي الأرض) أو طرفي محور الدوران (نحو الشمس أو بعيدا عنها ...
ولكنهما يميلان إلى جنب . وبذلك تحصل على كميات من الإشعاع الشمسي أكبر من تلك التي تحصل عليها خلال الشتاء وأقل مما تحصل عليه في الصيف . وهذا هو أساس اعتدال الجو عموما في فصلي الربيع والخريف كما هو معروف .
ولما كانت الشمس بهذا القدر الهائل من الأثر الحراري على جو الأرض لذا يجب أن ندرس الإشعاع الشمسي قبل التعرض للحديث عن درجات الحرارة وكيفية قياسها وتوزيع الحرارة على سطح الأرض .
الطاقة الإشعاعية للشمس : Insulation
ترسل الشمس أشعتها بلا انقطاع ويتم حصر طيف هذا الإشعاع بين موجتين. أقصرهما ٠.17 ميكرون (الميكرون = 1٠,٠٠٠ سم) وأطولهما نحو 5٠4
ميكرون . ويمكن تقسيم هذا الطيف إلى ثلاثة مجاميع رئيسية من الأطوال
الموجية كما هو مبين في الجدول التالي :
نوع الطاقة الإشعاعية
مدى الطول الموجي بالميكرون
النسبة المئوية من الإشعاع الشمسي
التأثير العام للأشعة
فوق البنفسجية
٠,17 - ٠,39
تأثير كيميائي
تأثير ضوئي
تاثير حرارى
٠,4٠ - 74,٠
46
ضوئية
تحت الحمراء
75,٠ - (5٠4)
Spectral Irradiance (W/m²/nm)
-2.5
-0.5
Solar Radiation Spectrum
UNVble
Infrared
Sunlight at Top of the Atmosphere
$250°C Blackbody Spectrum
Radiation at Sea Level

Absorption Bands
HD CO
2500 2250 2000 1750 1500 1250 1000 750 500 250
Wavelength (nm)
) شكل (١٠) رسم بياني يوضح كمية الطاقة الإشعاعية طبقا لطولها الموجى
3000
(شكل (11) يوضح توزيع الوان الطيف في الضوء الأبيض
شكل ١٠ ، 11) التوزيع الكمي والتوعي للطاقة الإشعاعية
وكما هو واضح لا تتساوى الطاقة المنصرفة على الأطوال الموجية المختلفة .
ويتغير مقدار الإشعاع الشمسى الذي يصل إلى بقعة ما من سطح الأرض
بانتظام تبعا لعدة عوامل فلكية منها :-
زاوية ميل أشعة الشمس، ويكون الإشعاع كبيراً كلما تعامدت الأشعة
على سطح الأرض ..
المسافة بين الشمس وهذه البقعة، وتكثر كثافة الإشعاع الشمسي كلما قلت المسافة .
وبمناسبة ذكر كثافة الإشعاع الشمسي فإنها تبلغ حوالي سعرين حراريين في الدقيقة على السنتيمير المربع خارج نطاق الغلاف الهوائي ويطلق على هذا الرقم اسم (الثابت الشمسي) . وهو يختلف داخل جو الأرض الأسباب عديدة تتعلق بجو الأرض نفسه ، منها امتصاص الأشعة فوق البنفسجية بواسطة غاز الأوزون ، وكذلك امتصاص بخار الماء المتراكم في الطبقات السطحية من الغلاف الجوى جانبا من إشعاعات الشمس الأخرى بالإضافة لوجود شوائب وأتربة في الجو تقوم بعمل الامتصاص التخيري الحزم من الأشعة
الشمسية ...
شفافية الغلاف الجوى تبعا لكمية السحب العالقة وأنواعها .
اختلاف عدد ساعات طول النهار في اليوم من مكان لآخر ..
ذكرنا فيما سبق الطاقات التي ترسلها الشمس وأطوال موجاتها وفيما
يلى موجز لكل منها وأهميتها :-
الأشعة فوق البنفسجية : Chemical Rays.) Ultra Violet Rays)
إن التعرض لجرعات كبيرة من هذا النوع من الأشعة يسبب تأثيرا كيماويا ضاراً للكائن الحي ، فهو يسبب للإنسان الإصابة بسرطان الجلد وإصابة الأعين بالعمى. ولذا شاءت رحمة الله أن تمتص أغلب هذه الأشعة في طبقات الجو العليا بواسطة الأكسجين الدري والأوزون وقد أمكن استخدام هذه الطاقة واستغلالها في التطبيقات العملية مثل تعقيم جو المعامل وتعقيم حجرات العمليات حيث أن تعرض الكائنات الحية الدقيقة لهذه الأشعة بكميات كبيرة يعمل على قتلها وإبادتها ، أما إذا تعرضت تلك الكائنات لجرعات بسيطة فينتج عنها بعض الطفرات الوراثية ، ولذا فهي تستخدم في معامل الوراثة لإنتاج طفرات عوضاً عن مادة الكوليشيسين .
كما أن هذه الأشعة تلعب دوراً مؤثراً على المحاصيل والثمار حيث تسبب تلف للعديد من الثمار بما يعرف (لسعة الشمس) وهي واضحة على ثمار كل من الطماطم والفلفل والنباتات التي تصاب بأمراض نقلل من المجموع الخضري مما يجعل الثمار عرضة لامتصاص كمية كبيرة من تلك الأشعة فيؤدى إلى موت الخلايا المعرضة للشمس لكونها خلايا حية ثم لا تلبث أن تصاب ببعض الأعفان والرميات الحيوية التي تؤدى إلى خسائر كبيرة في المحصول أثناء الحصاد والنقل والتخزين مع إحجام المستهلك عن شرائها لتشوهها .
شكل (12) بعض الثمار المصابة بلسعة الشمس .
ونظرا لأن كميات كبيرة من هذه الأشعة يتم امتصاصها في طبقات الجو العليا فالجزء الضئيل الباقي يصل إلى الأرض كدواء ، فعندما تتعرض بشرة الإنسان للإشعاع الشمسي تتفاعل هذه الأشعة مع الدهون الموجودة تحت الجلد فيتكون فيتامين (د) وذلك في المناطق ذات الجو النقى مثل شواطئ البحار ومصحات الجبال العالية بأوروبا .
أما الجو المترب (الموجود به أتربة كثيرة (مثل جو المدن وخاصة المدن الصناعية فهو يحجب كثير من هذه الأشعة القليلة النافعة، والمعروف أن فيتامين (D) يقي الإنسان من الإصابة بأمراض العظام والصدر والبرد (مثل لين العظام - الكساح - الدرن - الزكام - النزلات الشعبية) ، ولذا تكثر الإصابة بهذه الأمراض في المناطق الرطبة الباردة، من أجل ذلك نجد دائما الأطباء ينصحون المرضى بمثل تلك الأمراض بأخذ حمامات الشمس على سواحل البحار أو فوق الجبال طبقا للمتاح جغرافيا بالمكان .
ويجب ألا يغيب عن الذهن أن طول فترة التعرض للشمس يزيد من الجرعة التي يستقبلها الجلد مما يسبب تأثيراً عكسيا ، وما اسمرار البشرة الذي يظهر عقب ذلك إلا نتيجة لزيادة الصبغيات الجلدية التي يكونها الجسم كوسيلة دفاعية لحمايته من هذا التأثير الضار .
كما أن بعض الطاقة الإشعاعية الفوق بنفسجية تتحول عند امتصاصها في طبقات الجو العليا إلى طاقة حرارية وهي الزم ما يكون لحفظ التوازن الحراري لجو الأرض .
ومن فوائد الأشعة فوق البنفسجية أيضا ما يحدث من عمليات الكيمياء الإشعاعية التي تتم في طبقات الجو العليا وإنتاج غاز الأوزون كأحد مركبات الأكسجين بمساعدة الطاقة الحرارية الناتجة عن امتصاص الطاقة الإشعاعية فوق البنفسجية ولولا تلك المساعدة لتعذر إتمام عمليات التاين هذه في تلك الطبقات العليا ذات الضغوط المنخفضة جدا .
الأشعة الضوئية : Light Rays
الأشعة الضوئية التي تراها بيضاء اللون بأعيننا البشرية ليست في حقيقتها إلا مزيجا من سبعة ألوان تشكل فيما بينها ما يسمى بالوان الطيف المرئي .
وتظهر هذه الألوان بوضوح في الأفق حين يسقط المطر في وقت تشرق فيه الشمس حيث يعاني الشعاع الضوئي الأبيض من انكسارات وانعكاسات عند سقوطه على قطرات المطر المتعلقة في الهواء فتعمل على تحليله إلى ألوانه التي تبدو في شكل قوس كبير يسمى قوس قزح Rain bow .
وترتيب هذه الألوان حسب أطوالها الموجية كالتالي :
3
اللون
متوسط الطول الموجي بالمبيكرون
اللون البنفسجي
اللون الأزرق
اللون النيلي
43,٠
٠٠47

اللون الأخضر
اللون الأصفر
اللون البرتقالي
اللون الأحمر
٦٠,٠
65,٠
٠71
وكما نرى فإن الطاقة الإشعاعية الضوئية ذات أطوال موجية تتيح لها فرصة
التشتت وبالتالي فإنها تنير جو الأرض نهارا ...
ونلاحظ أن أكبر كمية من الطاقة الضوئية ترسلها الشمس تكون متوسط أطوال موجاتها ٠.47 ميكرون وهذه تقع في نطاق الضوء الأزرق مما يفسر ظاهرة القبة السماوية الزرقاء، حيث أنها تنشأ من تشتت أو تناثر الإشعاعات الشمسية في أرجاء الجو، والمعروف أن كمية الطاقة التي تتناثر تتناسب عكسيا مع الأس الرابع لطول الموجة المتناثرة . أي أنه كلما صغر طول الموجة زادت كمياتها المشتقة ، ولذا كانت ظاهرة القبة السماوية الزرقاء ناشئة عن تشتت الأمواج الزرقاء حيث أنها أصغر الموجات طولا وأغزر الطاقات التي ترسلها الشمس .
إذا هي ظاهرة جوية يمكن أن تتحول إلى قبة حمراء أو صفراء إذا تناثرت في الجو حبيبات صغيرة مثل الأتربة أو نقط الماء كما يحدث في كل من الشفق والغسق عند شروق الشمس وعند غروبها .
وتفسير ذلك أن الشمس عندما تكون قريبة من الأفق تمر أشعتها أكثر ما يمكن في الطبقات السطحية المحملة بالأتربة وبخار الماء فتعطى ألوان الشفق والغسق خصوصا عندما تكون تحت الأفق .
(شكل (13) ظاهرتي الشفق والغسق وتغير لون القبة السماوية .
وهذه الأشعة الضوئية مهمة جدا ليس من ناحية الرؤية فقط ولكنها أساس العمليات الحيوية والإنتاجية في النبات، لأننا تعلم أن النبات هو الكائن الوحيد المنتج على سطح الأرض أما باقي النباتات إما مستهلكة أو محللة للمادة العضوية .
فالأشعة الضوئية هامة جدا للنباتات منذ إنباته حتى النضج ، فهي لازمة لتزهير النباتات وعمليات التمثيل الضوئي ، فالنبات يستخدم فوتونات الضوء التحليل المياه لعناصرها الأساسية ليحصل على الهيدروجين ويضيفه إلى ثاني أكسيد الكربون الذي يحصل عليه من الهواء الجوى ليكون الكربوهيدرات والتي تدخل في عدة تفاعلات بعد ذلك لتكوين المركبات النباتية المختلفة التي تميز النباتات عن بعضها في الطعم والاستخدام. ونعود إلى احتياج النبات للأشعة الضوئية لكي يتم عمليات التزهير فنجد أن كل نوع نباتي له قدر معين من الأشعة الضوئية لازمة لتزهيره، وهذا هو السر في اختلاف تزهير النبات تبعاً لاختلاف المناطق على سطح الأرض وكذلك تبعا لاختلاف فصول السنة، فنجد بعض النباتات تكون أزهار وثمار في دول ولكنها لا تكون أي أزهار في دول أخرى ولذا فهي تعتمد في تكاثرها على التكاثر الخضرى كما في محصول القصب (قصب السكر) في مصر. وتلعب درجات الحرارة مع طول فترة الإضاءة دور مميز ومحوري في هذا الأمر .
كما نجد أن الضوء الأزرق أساسي في عملية البناء الضوئي في النبات حيث يمتصه الكلوروفيل و الصبغات المساعدة له ، والضوء الأحمر ضوء أساسي الحياة النبات حيث يقوم الكلوروفيل باستغلاله في بناء المواد الكربوهيدراتية وتلون الأزهار وكذلك تلون الثمار ونضجها ، وما الشكل الجمالي الذي نراه على في المروج وتلون الأزهار وأشكال الثمار على الأشجار في مناظر تريح العين ماهي إلا ناتج للامتصاص التخيري الألوان الطيف المرئي المكون للأشعة الضوئية .
(شكل 14) الامتصاص التخيري للحزم الضوئية لإظهار الألوان وكما هو واضح نجد أن ضوء النهار ناتج من تشتت ضوء الشمس في الغلاف الجوى وعلى ذلك فهو يلازم الأرض فقط أما باقي الفضاء الجوي فهو مظلم بطبيعته لعدم وجود عناصر وجزيئات تعمل على تشتيت الاشعة الضوئية. ولذلك إذا صعد الإنسان إلى الفضاء وجد الأفق مظلم أسود ولا يرى القبة السماوية الزرقاء، وتظهر النجوم نهاراً والإضاءة هناك لا تتضح سوى على الأسطح المادية التي تسقط عليها الشمس المباشرة وتكون عندند شديدة .
)Thermal Rays) Infera red : الأشعة تحت الحمراء
وهذه الأشعة لازمة لحفظ التوازن الحراري بين الأرض وجوها وتعتبر الأشعة تحت الحمراء أطول الموجات الإشعاعية التي تصل إلى الأرض من الأشعة الشمسية كما أنها تتحول إلى أشعة حرارية بامتصاصها في أي جسم قادر على امتصاص تلك الأشعة. ويتم امتصاص بعض من هذه الأشعة بواسطة السحب أما الجزء الذي يصل إلى الأرض فيمتص عند سطحها ويرتد جزء من تلك الطاقة الإشعاعية من الأرض إلى الفضاء بواسطة الإنعكاس والفرق بين كل الأشعة القادمة وكل الأشعة المفقودة الخارجة يعرف بصافي الطاقة . وتقاس بأجهزة تعرف باسم Net Radiometer.
ويستخدم نحو ثلث الطاقة الإشعاعية الحرارية الواردة إلى سطح الأرض في عمليات التبخير وتحويل المياه من الأسطح المائية إلى بخار يتصاعد في الجو. ويحتفظ بخار الماء بتلك الطاقة الحرارية " الحرارة الكامنة للبخر وهي تساوى 585 سعر حراري / جرام من الماء ، إلى حين أن يتكلف هذا البخار وتنطلق منه هذه الحرارة الكامنة في الطبقات التي تتكون فيها السحب وبهذه الطريقة تكتسب الطبقات العليا من الجو بعض حرارة الإشعاع الشمسي بطريق غير مباشر مما يعمل على حفظ التوازن الحراري بين الأرض والجو ويمكن أن تنتقل هذه الطاقة عند إنطلاقها في صورة حرارة على تلك الارتفاعات إلى كثير من بقاع الأرض بواسطة الدورة العامة للرياح.
والحرارة أيضا لازمة لنمو النباتات، فهي أساس توزيع المحاصيل والنباتات على سطح الأرض. وهي أساس تواجد جميع أنواع الثمار دون انقطاع على سطح المعمورة ، فنجد أن فاكهة الصيف في نصف الكرة الجنوبي بينما فاكهة الشتاء في نصف الكرة الشمالي والعكس يحدث مع الحركة الظاهرية للشمس وتتغير الفصول فتختلف أنواع الفاكهة. وتلك من نعم وفضل الله علينا. كذلك اختلاف درجات الحرارة تلعب دورا كبيراً في اختلاف محاصيل الخضر ومواسم زراعتها مما يؤدى إلى تنوعها لإرضاء الذوق العام للمستهلك .
في نفس الوقت نجد أن درجات الحرارة هامة جداً لعملية الإنبات وسرعة خروج البادرات من التربة للهروب من الإصابة ببعض فطريات التربة التي تسبب أعفان للبذور أو موت للبادرات قبل ظهورها فوق سطح التربة نتيجة لاستهلاكها المادة الغذائية اللازمة لتكوين الجذير والريشة والأوراق الحقيقية التي يمكنها أن تقوم بعملية التمثيل الصوتي تتكون مركبات تقاوم بها مثل تلك الفطريات، وبعض البادرات تحتاج درجة حرارة معتدلة عند الإنبات وإذا تعرضت لموجة من البرد تموت البادرات كما يحدث في بادرات القطن الذي يلزم لنجاحه أن لا تجتاح البلاد موجات باردة عقب زراعته مباشرة . وتلك مشكلة تعانى منها في معظم المحاصيل التي يتم زراعتها بين فصلي الشتاء والربيع والتي يطلق عليها (الزراعة المحيرة) لعدم ثبات درجات الحرارة على وتيرة واحدة خلال تلك الفترات، فنجد أن تلك الفترة متقلبة بين ارتفاع وانخفاض في درجات الحرارة .
مما سبق نجد أن الطاقة الإشعاعية الحرارية ضرورية جداً لحفظ التوازن الحراري لجو الأرض وبالتالي لاستمرار الحياة بجميع أنواعها وصورها على سطح الأرض سواء لنمو النبات أو حياة الإنسان والحيوان .
استخدامات الطاقة الشمسية في الحياة العملية وأضرار بعض الطاقات الأخرى :
من ثمانينات القرن الماضي والأنظار تتجه إلى مصادر متجددة للطاقة بديلة عن مصادر الطاقة الحفورية (الفحم والبترول (ولم يجد العلماء سوى الطاقة الشمسية كمصدر وحيد متجدد ودائم للطاقة النظيفة خاصة إذا تم استخدامه الاستخدام الأمثل ، حيث

أن الشمس نادراً ما تغيب مع وجود مساحات كبيرة من الصحاري التي لا تستخدم زراعيا فيمكن استخدامها كمحطات توليد كهرباء بالطاقة الشمسية ، وذلك للتغلب على مشاكل الطاقة في العالم وخاصة المشاكل البيئية التي تنتج عن استخدام وسائل الطاقة الأخرى .
فمن سلبيات استخدام الطاقات الأخرى أنه عند احتراق الوقود مثل الفحم أو الزيت والبترول فإنه ينتج عن ذلك كمية كبيرة جدا من الجزيئات الصلبة كحبيبات الزفت أو القار وكذلك بعض الغازات الضارة التي تهدد الصحة العامة مثل أكاسيد الرصاص وأول أكسيد الكربون وغيرها . وعندما استخدم الناس الفحم كوقود في المنازل بكثرة نتج عن ذلك دخان كثيف كريه الرائحة وتسبب في قتل كثير من الناس ، ففي لندن عام 1952 م تسبب هذا الدخان في قتل أربعة آلاف شخص في خلال أربعة أيام. وفي مدينة لوس أنجلوس في الساحل الغربي من الولايات المتحدة الأمريكية المعروفة بدخانها الكثيف وهواتها الملوث. وينتج هذا الدخان من عادم السيارات وكثير من المواد الكيماوية التي تتفاعل مع الضوء وقد يظل هذا الدخان الكثيف جائما في الجو المعدة أيام مما يتسبب عنه أضراراً كثيرة بالأجهزة التنفسية للسكان خاصة الأشخاص كبار السن. كذلك نجد أن عادم السيارات خاصة في المدن المزدحمة مثل مدينة القاهرة وكذلك محطات توليد الكهرباء البدائية فإن دخانها يحتوى على غارات ثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين فتسبب هذه الغازات تهيجات للرئة محدثة الكحة بالإضافة إلى زيادة في إفراز الدموع نتيجة تهيج غشاء ملتحمة العين . وهذه الغازات تحدث أضرارا بالرئة إذا كانت بكمية كبيرة ، أما غاز أول أكسيد الكربون فهو يمنع الجسم من الاستفادة بالأكسجين .
كما أن اندفاع الناس لاستخدام وسائل لإنتاج الطاقة بأسعار زهيدة مثل الكاوتشوك والفحم والخشب و السولار مما ينتج عنه تلوث كبير للهواء الجوي كما حدث بالقاهرة في نوفمبر وديسمبر 1999م من اختناقات كثيرة بسبب الدخان الكثيف فوق القاهرة الذي ظل فترة طويلة أدت إلى مناقشتها على أعلى المستويات، وكان نتيجته اتخاذ قرار بنقل جميع المسابك والمصانع إلى خارج الكتلة السكنية تماما كالروبيكي والمدن الصناعية .
من هنا نجد أن وسائل الطاقة التي كانت تستخدم وما زالت تستخدم حتى الآن كلها ذات مخاطر جسيمة فمثلا استخدام النفط (البترول) كوسيلة من وسائل الطاقة خلال القرن التاسع عشر والقرن العشرين إلا أنه نتج عنه أضرار جسيمة على الرغم من أنه مصدر الطاقة الأول للآن على مستوى العالم . وما كارثة حرق آبار النفط الكويتية عام 1991م أبان حرب الخليج ببعيدة فهي تعد أكبر كارثة شهدها العالم فقد نتج عنها مقادير كبيرة من الدخان أدت إلى تكوين سحب دخانية سوداء اللون كثيفة سقطت منها أمطار سوداء وهي أمطار عالية الحموضة أثرت تأثيرا ضاراً على التربة الزراعية ومياه الخليج بالإضافة إلى تلوث الهواء بغازات أكاسيد النيتروجين والكبريت والرصاص وأصبحت البيئة غير صحية وغير صالحة للحياة ، وانتشرت أمراض الحساسية وأمراض الجهاز التنفسي ، كما تلوث الهواء أيضا ببعض المركبات الهيدروكربونية مثل ثاني كلورو البنزين وهو مركب ضار جدا بالكلى والكبد والجهاز التنفسي ، أما مركبات النقثالين فإنها مركبات ضارة بالعين بالإضافة إلى ضررها بالدم والكبد والكلى والجهاز التنفسي .
ولم تكن نتائج الكارثة خاصة بالإنسان فقط فقد تعرضت كثير من الحيوانات الأليفة للاختناق وكانت نتيجة امتلاء المنطقة بسحب الدخان التي كنت السماء باللون الأسود . مما أثر في الكائنات البحرية أيضا .
وعلى الرغم من ذلك مازال العالم كله يتجه إلى استخراج البترول من باطن الأرض واستخدامه كمصدر للطاقة في العديد من مناطق الإنتاج كما يستخدم وسيلة ضغط سياسية وصناعية ضد بعض البلدان لرضوخها لبلدان أخرى أو لحل أزمات سياسية بديلاً عن الحروب التقليدية. وما الأزمة الروسية وأوكرانيا هذه الأيام يناير وفبراير ٢٠٢2) في بحر الشمال واستخدام روسيا لخط أنابيب البترول المغذى المصانع الدول الأوروبية لإبعاد حلف الناتو عن التدخل بين البلدين ببعيد عن الأنظار أو المتابعة وكيف أن وسائل الطاقة قد تكون هي الأساس في حلول كثير من المشاكل بين الدول كوسيلة من الضغوط الاقتصادية والشعبية على الحكومات. كما أن الشركات المنقبة عن البترول تعتبرها صناعة سهلة رخيصة الإنتاج وذو فائدة عظيمة اقتصاديا في التسويق للخارج أو الداخل وذلك للاستثمارات الكبيرة التي تتم في هذا المجال على مستوى العالم. واليوم ٢٠٢2/2/6م أعلنت الإمارات عن تقليل انبعاثات المواد الكربونية بنسبة ٣٠% حتى عام ٢٠٣٠ م . كما أن قيام صناعات كثيرة قامت على المركبات النفطية كصناعة البتروكيماويات واستخراج بعض المركبات الهامة التي أصبح لاغنى عنها في الوقت الحاضر لدخولها كمواد وسيطة في الصناعة والزراعة والطب أصبح الطلب على المواد البترولية عظيم. ولكن قد يكون استخدام الغاز الطبيعي سواء على حالته أو بعد إسالته قد نجد فيه الأمل لتوفير جزء من الطاقة التي يمكن استكمالها بوسائل أخرى
في خمسينات القرن العشرين اتجه العالم للطاقة النووية كوسيلة حديثة نظيفة لإنتاج الطاقة تعتمد على الانشطار النووي لبعض العناصر وكان الجميع يتوقع أن مشكلة الطاقة في طريقها للحل النهائي بزيادة بناء المفاعلات النووية السلمية التي تستخدم لإنتاج الطاقة النظيفة. ولكن يأتي إنفجار المفاعل الذرى الروسي (تشرنوبل) ثم تسرب بعض الإشعاعات النووية من بعض المفاعلات النووية اليابانية عامي 1999 ٢٠٠٠م وما قد لحقه من دمار شامل في الأول وإصابة العديد من البشر في الحالة الثانية فقد حاول العلماء تغيير رؤيتهم في البحث عن وسائل أخرى أكثر أمانا لإنتاج الطاقة وتقليل استخدام المفاعلات الذرية أو نفاياتها .
فعلماء البيولوجي اتجهوا لإنتاج الطاقة بواسطة الكائنات الحية الدقيقة وعلماء الطبيعة والفلك أثبتوا أن الطاقة الشمسية كافية لإمداد العالم كله بالطاقة في حالة استخدامها الاستخدام الأمثل، ونظراً للتكلفة العالية التي تتكلفها وحدة إنتاج طاقة محولة من الطاقة الشمسية فلم يتم استخدامها حتى الآن بالصورة المطلوبة ، ولكن مع زيادة التلوث الناتج من الوسائل الأخرى فيعتقد أنه خلال الأعوام القادمة ستكون الطاقة الشمسية هي أساس إنتاج الطاقة لإستخدامها في المجالات المختلفة نظرا لإنعدام عوادمها وبالتالي فهي طاقة أيضا متجددة فهي لا تنتهى وأيضا متوفرة على ٨٠٪ على الأقل من اليابسة وكذلك فهي وسيلة آمنة ليس لها أي آثار أو أضرار جانبية .
وخلال الخطة ٢٠٢٠-٢٠٣٠م تتجه الدولة لأن تكون معظم الطاقة المنتجة سواء للإستخدام المحلى أو سيتم تصديرها لدول الجوار عن طريق محطات الطاقة الشمسية بالصحراء الغربية والتي تتمتع بطاقات إشعاعية مستمرة طوال العام قد لا تتمتع به دولة أخرى بالمنطقة .
وسوف تلقى الضوء على بعض الأجهزة التي تستخدم الطاقة الشمسية كوسيلة للاستفادة منها عوضا عن مصادر الطاقة الأخرى وتاريخ استخدام تلك الطاقة .
منذ بداية البشرية والإنسان يحصل على غذائه طازجا من على الأشجار خاصة في العصور البدائية والتي كان يعتمد فيها على الصيد. بعد نزول البشر إلى الأودية وتعلم كيفية نثر البذور والزراعة أصبح يتابع نضج المحاصيل وكيفية تخزينها بعد جفافها. بعد الاستقرار الدائم في مدن كان لابد من تجفيف تلك الحبوب جيدا لتتحمل فترات التخزين المختلفة. تطورت تلك الأساليب تدريجيا حتى أصبح تجفيف المحاصيل الزراعية عن طريق أشعة الشمس هي الوسيلة الوحيدة لحفظ الأطعمة باستخدامها في تجفيف نباتات في مواسمها لاستخدامها في مواسم أخرى غير موجودة بها - فلكل بيئة طرق متباينة في التغذية وكيفية إعداد تلك الأطعمة وتجفيفها ، فيقوم الفلاحون بتجفيف الباميا و الشطة والملوخية كمحاصيل خضر يمكن التغذية عليها في غير أوقاتها، بالإضافة لحصاد بعض الثمار بعد تركها على النباتات الأم لتجف بدلا من جمعها وهي خضراء طازجة (مثل ثمار العائلة البقولية) . كذلك تجفيف النباتات الطبية والعطرية لاستخدامها في التطبيب بعيدا عن أماكن إنتاجها . وأكبر مثال على استخدام الأشعة الشمسية في حفظ الأطعمة هي أيام التشريق (الأيام التي تلى عيد الأضحى) والتي تكون فيه الذبائح كثيرة عن كمية الاستهلاك، فمن ألف وأربعمائة سنة والمسلمون كانوا يقومون بتقطيع لحوم الأضاحي و يعرضونها لأشعة الشمس على صخور الجبال في مكة حتى

تجف وتتشرف) أي ينزع منها الماء) ليتم تخزينها واستخدامها في أوقات العمرة التي لا يكون فيها طعام .
تطور الفكر وأصبح الجميع يبحث عن تعظيم دور الأشعة الشمسية في استخدامها سواء لإنتاج الطاقة أو إجراء عمليات زراعية وبيئية توفر للجميع إمكانية الحياة في بيئة نظيفة خالية من الشوائب والمخلفات على الرغم من التكلفة المبدئية لوحدات الطاقة الشمسية مرتفعة إلا أنها على المدى البعيد نجد أنها أقل بكثير من أسعار الطاقات الأخرى .
الفرن الشمسي : الفرن الشمسي ليس مجرد نظرية علمية ولكنه فرن عملي له أنواع متعددة، وتقام عدة مسابقات على مستوى الشباب والباحثين تظهر اختراعاتهم في تطوير مثل تلك الأنواع من الأجهزة . وأبسط تلك الأفران التي تستخدم في المطبخ فهو على هيئة صندوق مكعب الشكل تغطى جدرانه من الداخل برقائق الألومونيوم البراق التي يمكن أن تعد خصيصا لتجميع الإشعاع الشمسي نحو بؤرة في الوسط حيث توجد صفيحة سوداء (جسم أسود يمتص بغزارة الطاقة المتجمعة التي ترتفع درجة حرارتها) . ومثل هذا القرن يستطيع إنضاج اللحوم والخبز والحلويات على أحسن وجه في وقت مناسب ولقد تم إنتاج مثل هذه الأنواع من الأفران بواسطة المركز القومي للبحوث في نهايات القرن العشرين .
(شكل 15) صورة مبسطة للفرن الشمسي
كما توجد بعض الابتكارات الأخرى مثل أواني الطهى الحديثة التي ابتكرتها إحدى الشركات الصينية وتعمل بأشعة الشمس وتتحمل حرارة تصل إلى ٦٠٠م . وهي عبارة عن صندوق خشبي مبطن بالمرايا التي تمتص أشعة الشمس بنسب متساوية لفرن كهربائي وتستطيع هذه الآنية المبتكرة طهى اللحم البقري في دقائق قليلة
شكل (16) بعض الاختراعات الاستخدام الطاقة الشمسية
تحلية مياه البحر : ويمكن استخدام الطاقة الشمسية المباشرة في أثناء النهار في تبخير مياه البحار والحصول منها على مياه عذبة وأبسط الوسائل المستخدمة لهذا الغرض أن يوضع الماء المالح في أحواض تغطى بألواح من الزجاج الرقيق مثبتة في مستويات مائلة ويمكن أن ينفذ من خلالها الإشعاع الشمسي بسهولة ، وعندما يتسلط الإشعاع الشمسي على سطح الماء المالح يتحول بعضه إلى أبخرة تتصاعد إلى الأسطح الزجاجية المائلة فتتكاثف في صورة نقط مائية تنمو وتتحد مع بعضها ثم تسيل إلى خزانات خاصة في نهاية الأسطح الزجاجية حيث يمكن جمع الماء العذب الذي يستخدم للشرب وفي أغراض خاصة مثل ، ملء البطاريات والأجهزة العلمية خاصة إذا كان ذلك في مناطق صحراوية أو جبلية ولا يوجد بها ماء عذب للاستخدام. كذلك يعتمد عليها في الحروب الإمداد السيارات بما تحتاجه من مياه نقية لبعض محركاتها. ويمكن استغلال هذه العملية على نطاق واسع في دول الخليج أو الدول التي تطل على بحار أو بها مياه مالحة ويندر فيها سقوط الأمطار أو في المنتجعات السياحية التي تقام في أماكن على البحار بعيدا عن المياه العذبة بحيث يعاد تدويرها مرة أخرى لزراعة مثل تلك المنتجعات .
ويستخدم الإشعاع الشمسي أيضا لتحويل الماء إلى بخار يستخدم في إدارة الآلات الصغيرة التي يمكن بواسطتها مثلا رفع المياه في أعمال الري وذلك عن طريق مرايا معدنية أسطوانية مستطيلة تدور مع الشمس وتثبت في بؤرتها أنابيب معدنية سوداء يتحول فيها الماء إلى بخار يستخدم في إدارة الآلات الصغيرة أو في إدارة توربينات التوليد الكهرباء .
السخانات الشمسية : فكرة بسيطة جدا لاستغلال الطاقة الشمسية نهارا التسخين المياه للإستخدامات المنزلية توفيرا للطاقة وهي الآن منتشرة على معظم المباني في المدن الجديدة ، وهي عبارة عن صندوق محورى مبطن ببطانة سوداء أو مرايا مقعرة يتم تسليطها على المواسير الداخلية ويتم توصيل مواسير المياه المعدن داخل هذا الصندوق ودهانها باللون الأسود لتمتص أكبر كمية من الأشعة الشمسية الساقطة عليها تسخن المواسير وتنتقل منها الحرارة إلى المياه الداخلية فترتفع درجة حرارتها فتقل كثافتها تتحرك ليتم تخزينها في خزانات خاصة ملاصقة للسخان ليحل ماء بارد آخر بالسخان ليسخن وهكذا وكلما تم سحب كمية من مياه الخزان تعوض بماء ساخن من السخان . ويتم التطوير في مثل هذا النوع من السخانات سنويا للحصول على امتيازات صناعية وتتنافس الشركات في ذلك سواء من حيث الحجم والمواد المستخدمة في الصناعة وضمان الصناعة لنيل رضاء المستهلك في إطالة عمر السخانات .
الله
مادي
شكل 17) صورة لتركيب أحد السخانات الشمسية
كما تستخدم الطاقة الشمسية لتسخين مياه حمامات السباحة بالنوادي والقرى الأولومبية بدلا من الطاقات الأخرى وذلك بتجميع الأشعة الشمسية بواسطة مرايا مقعرة ويتم تركيزها وعكسها على الماء داخل حمام السباحة مما يؤدي إلى رفع درجة حرارة الماء في الشتاء .
توليد الكهرباء : بدأت عملية تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية مع انتشار الإعلانات الضوئية على الطرق التي ليس بها مرافق كهربائية ليلا .
وتتمثل فكرة التحويل الكهربي للطاقة الضوئية ترجع إلى امتصاص بعض العناصر الفوتونات الأشعة الضوئية فترفع درجة حرارة الذرات فيزيد مستوى الطاقة لبعض الإلكترونات في المدارات الخارجية فتنتقل إلى درة أخرى فيتحول العنصر الذي انتقل منه الإلكترون إلى كاتيون موجب ، بينما تحول العنصر
الآخر إلى أيون سالب (شكل (18) صورة مبسطة للبطارية الشمسية. وبالتالي يتكون لدينا شحنتان كهربيتان مختلفتان (سالية وموجبة) مما يعطينا أطراف الدائرة الكهربائية التي يمكن استخدامها في الإضاءة أو في بعض الأغراض التي سنتحدث عنها سواء كانت وقتية أو يمكن تخزينها في
بطاريات ليليوم لاستخدامها وقت الحاجة ...
(شكل 119) استخدام أسطح المنازل والمزارع في إنتاج الطاقة
(شكل 19 (ب) محطة طاقة شمسية لتوليد الكهرباء
أفران التجفيف : ذكرنا سابقا أن الإنسان كان يحاول استخدام الطاقة الشمسية في تجفيف بعض المواد الغذائية للحفاظ عليها من التلف والأعفان لحين استخدامها ومع التقدم في زراعة العديد من النباتات التي تحتاج للتجفيف كالنباتات الطبية والعطرية وصناعة الزبيب والقراصيا والمشمشية وغيرها من ثمار الفاكهة ، ومع زيادة طلب المستهلكين على مثل تلك المنتجات ازدهرت تلك الصناعات الغذائية خاصة المجففة حيث لا تحتاج إلى وسائل طاقة أخرى لحفظها مثل الثلاجات أو التجميد . ونظرا لأن عملية التجفيف بالأشعة الشمسية تحتاج ظروف خاصة وقد تأخذ وقتا كبيرا حتى يتم نزع المياه من الخلايا النباتية مما قد يؤدى إلى نمو بعض الأعفان عليها خاصة في الرطوبة العالية أو كثافة النباتات في المناشر مع احتياج المستثمر إلى مساحة كبيرة لعمل مناشر تجفيف مما يؤثر عليه اقتصاديا . لذا فقد تم عمل افران خاصة توضع عليها وحدات بطاريات شمسية لتحويل الطاقة الشمسية الساقطة عليها إلى طاقة كهربائية والتي يتم توصيلها بسخانات داخلية تولد رياح ساخنة يتم ضبطها على درجة حرارة لا تؤثر على المواد الفعالة أو المركبات الموجودة في النبات أو لون الثمار وطعمها مع وجود شفاطات علوية لسحب بخار الماء المتصاعد من الأجزاء النباتية فيعمل على سرعة تجفيف المواد النباتية في وقت أسرع دون إتلافها أو تعرضها للإصابة
بالأعفان والحفاظ على اللون والطعم المرغوب ..
(شكل (٢٠) أفران تجفيف المنتجات الزراعية بالطاقة الشمسية
إدارة الآلات بالمزارع :
تستخدم الألواح الشمسية الآن بكثرة في المجال الزراعي الإدارة بعض الآلات

الزراعية بالمزارع توفيرا للنفقات من جهة والتوافر ظروف جيدة للإستخدام من جهة أخرى ، يتم الآن عمل ألواح للطاقة شمسية
شكل (21) إدارة طلمبات الأعماق بالطاقة الشمسية
الإدارة طلمبات الأعماق التي تستخرج مياه الري من باطن الأرض لري المزارع الصحراوية وأثبتت نجاحها بكفاءة عالية ..
يتم إنتاج بعض الجرارات وآلات الحصاد التي تعمل بالكهرباء بدلا من السولار أو البنزين وذلك بتجهيزها بألواح شمسية لتوليد الطاقة الكهربائية اللازمة لإدارة محركات تلك الماكينات والتي توفر الكثير من التكلفة المالية والوقت اللازم لعمليات تمويل تلك المعدات بالسولار وغيره مع تقليل خطورة الحرائق التي قد تنتج من تسرب المواد البترولية في حالة استخدامها .
تعقيم التربة : من أهم العمليات الزراعية التي يمكننا استخدام الطاقة الشمسية فيها وذلك نظراً لزيادة نسبة تلوث التربة بالمبيدات المستخدمة في مقاومة الآفات الزراعية والتي يستخدمها الفلاحون دون وعي منهم محاولة لزيادة الإنتاج. ونظراً للقيود المفروضة حاليا على عمليات التصدير للمحاصيل الزراعية وعدم السماح بالتصدير في حالة وجود نسب معينة من المبيدات في الثمار إذا ثبتت بالتحليل الكيميائي وجودها وكذلك محاولة الاتجاه للزراعة النظيفة للحفاظ على صحة المواطنين الذين يجب أن ينالوا غذاء أمن لهم ولأسرهم وأبنائهم للحفاظ على الأجيال القادمة . اتجه العلماء إلى استخدام الطاقة الشمسية للحد من انتشار مسببات الأمراض النباتية والآفات الحشرية المتواجدة بالتربة. وفي هذه العملية يتم استغلال أشهر الصيف الحارة ويتم حرث الأرض وتسويتها ثم يتم تغطيتها بالبولي إيثيلين وتروى رية خفيفة وتترك لمدة 15 يوم، في وجود الحرارة العالية يتم امتصاص تلك الأشعة الحرارية من خلال البولي ايثيلين وتوصيلها إلى التربة المبللة فترتفع درجة حرارتها لتصل ما يقرب من ال ٨٠ درجة ويتصاعد بعض من بخار الماء الذي ينفذ في خلايا الآفات فيؤدى إلى قتلها وبالتالي يقل الحمل الميكروبي في التربة وتقل كذلك الآفات الحشرية والنيماتودية مما يجعل التربة مهداً صالحا للزراعة واستخراج نباتات سليمة خالية من الأمراض. وهي تعتبر أرخص وسيلة لتعقيم التربة بعيداً عن المواد الكيماوية التي تم تحريم معظمها دوليا .
وقد استخدم الباحثون العديد من أنواع البولي إيثيلين في إجراء عمليات التعليم سواء من ناحية اللون أو السمك للتعرف على أنسب الأنواع التي يمكن التوصية بها للفلاحين ...
طرق تعقيم التربة
شكل (22) استخدام الطاقة الشمسية في تعقيم التربة

استخدام الصوب الزراعية والبيوت المحمية
نتيجة للمحاولات المتعددة لحماية المحاصيل الزراعية من اضرار الصفيع والإنخفاض الشديد في درجات الحرارة الذي يؤثر بدوره في الإنتاج الزراعي فكان الفلاحون يغطون النباتات بقش الأرز والبعض الآخر كان يقوم بتحميل نباتات متحملة للصقيع مع المحصول الرئيسي لحمايته والبعض الآخر يقوم بوضع نباتات جافة بجوار النباتات المنزرعة في محاولات للتغلب على الانخفاض الشديد في درجات الحرارة. وبدأت وسائل التغلب الحديثة بإقامة البيوت الزجاجية ولكن كانت على نطاق محدود نظرا لتكاليفها العالية . وبعد تطور الصناعات البتروكيماوية وإنتاج البولي إيثيلين استطاع العلماء منذ منتصف القرن الماضي استخدام البولي إيثيلين في تغطية النباتات بعدة وسائل منها عمل أنفاق للزراعة وتغطيتها بالبلاستيك في مستوى سطح الأرض. ثم بدأت الصوب الزراعية البلاستيكية والتي تحافظ على درجات الحرارة بداخلها وأمكن إنتاج نباتات صيفية في الشتاء على الرغم من أن أساس إنشائها كان لإنتاج الزهور التي تعطى عائدها الاقتصادي تكاليفها الباهظة . ولكن الآن مع ارتفاع أسعار المنتجات الزراعية ووجود أصناف ذات إنتاجية عالية من الخضر مثل الطماطم والخيار والفلفل الملون والباذنجان انتشرت الصوب الزراعية وأصبحت أساسية في الإنتاج الزراعي وهي أفضل مثال الاستخدام الطاقة الإشعاعية الشمسية في تدفئة الصوب بمرور الأشعة الضوئية والحرارية فترفع درجة حرارة الهواء داخل الصوبة ولا تسمح بخروجها مرة ثانية مما يساعد على إنتاج نباتات في غير مواعيدها .
كما تم استغلال هذه العملية الآن في إنتاج الفاكهة مبكرا عن مواعيدها كما في بعض أصناف العنب والخوخ والمانجو التي يتم زراعتها ومعاملتها تحت الصوب البلاستيكية خاصة في الأراضي الصحراوية .
(شكل 123) الصوب الزراعية
شكل 23 ب) كمية الإنتاج من الصوب الزراعية
الاتزان الحراري للأرض ككوكب
ذكرنا فيما سبقان من أهم الأدوار التي يقوم بها الغلاف الجوي للأرض هو حفظ التوازن الحراري لها ، بمعنى أنه حينما تسطع الشمس نهاراً لا تكون الحرارة المكتسبة كبيرة جداً بحيث تقضي على الحياة فوق سطح الأرض .
وحينما تحجب الشمس ليلا لا تكون الحرارة المفقودة كبيرة جداً بحيث يتجمد
الأحياء فوق سطح الكوكب ..
ولقد قدرت الطاقة المفقودة عن طريق رد الأرض وغلافها الجوي للإشعاع الشمسي بنحو 35% بينما يمتص الباقي نهاراً وقدره حوالي 65% عند سطح الأرض وفى جوها ، وهذا القدر يتحول كله إلى طاقة حرارية ترفع درجة حرارة الجو وسطح الأرض (اليابس منها والماء) وفي المساء تتحول المواد الماصة للحرارة إلى مواد مشعة لها وهذا هو سبب التوازن الحراري في جو الأرض .
ولكي يتضح الدور الذي يقوم به الغلاف الجوى بالتفصيل في حفظ التوازن الحراري للأرض يجب الإلمام بجانبين :-
الأول : تأثير الغلاف الجوي على الطاقة الإشعاعية الشمسية ..
الثاني : مصير الطاقة الإشعاعية التي تصل إلى سطح الأرض وجوها .
أولاً : تأثير الغلاف الجوى على الطاقة الإشعاعية للشمس
1- الامتصاص :
تعانى الطاقة الإشعاعية الشمسية بجميع أنواعها من الإمتصاص التخيري في جو الأرض ولذا نجد أن المواد الساخنة تتخير حزما ذات أطوال موجية معينة بحيث يمكنها إمتصاصها وإشعاعها أيضاً بغزارة، وبعض هذا الامتصاص يتم في طبقات الجو العليا بواسطة الأكسجين الذرى أو غاز الأوزون ، والبعض الآخر يتم في الطبقات القريبة من سطح الأرض بواسطة بخار الماء العالق في الجو وبواسطة غاز ثاني أكسيد الكربون .
ومن حيث أن بخار الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون من مكونات الهواء متغيرة النسبة ، لذا فإن كمية الطاقة الإشعاعية الشمسية الممتصة بواسطتهما متغيرة أيضاً ، فهي تتناسب طرديا مع كمية كل منهما في الهواء . كما تختلف الأطوال الموجية التي يتمكن كل منهما من امتصاصها إلا أنه بوجه عام يمكن القول بأن بخار الماء وثاني أكسيد الكربون يتميزان بوفرة
ما يمتصانه من الطاقة الإشعاعية الحرارية .
ومن إجمالي نسبة الطاقة الإشعاعية الحرارية الممتصة (١٠ - 12 %) يتضح أن عامل الإمتصاص لا يتعدى تأثيره حدود حفظ التوازن الحراري لجو الأرض .
والجدول التالي يوضح تأثير عامل الامتصاص السابق ذكره :
الطاقة الإشعاعية الممتصة
الطول الموجي المختار بالميكرون
وسط الامتصاص

النسبة المئوية من الإشعاع الشمسي
الأشعة
٠٠2٠ - 17,٠
أكسجين ذرى
2٠1
فوق البنفسجية
الأشعة الضوئية
٠73 6٠,٠
الأوزون
الأوزون
بخار الماء
%6-8
الأشعة
متفاوت
بخار الماء
تحت الحمراء
متفاوت
متفاوت
ثاني أكسيد الكربون
شوائب عالقة
إجمالي الطاقة الإشعاعية الممتصة
% 12 - 1٠
2- التشتت :
يعرف التشتت الضوئى بأنه تناثر أو بعثرة الشعاع الضوئي في جميع الإتجاهات ولا يحدث التشتت إلا للموجات التي تصغر أطوالها عن أقطار جزيئات وسط التشتت ، مثل جزيئات الهواء وجزيئات بخار الماء وذرات الغبار والأتربة العالقة في الهواء الجوي .
وتقول قاعدة التشتت الضوئي (قاعدة رايليه Rayleigh) أن كمية الطاقة الإشعاعية الضوئية المشتتة تتناسب عكسيا مع الأس الرابع الطول الموجة المشتقة ، بمعنى أنه كلما صغر طول الموجة كلما زادت كميتها المشتقة .
ولما كان الشعاع الأزرق هو أقصر أشعة الطيف الضوئي طولا وأغزرها كما ، لذا كان هو أكثر الأشعة الضوئية تشتتا وبعثرة وهذا هو السبب في اكتساب القبة السماوية لونها الأزرق البهيج كما سبق شرحه ...
أما خارج جو الأرض حيث يغيب وسط التشتت (الغلاف الجوى ومكونات الهواء) فإن رجل القضاء يرى الشمس بيضاء اللون تامة الاستدارة يحوطها الظلام من كل جانب ، ويرى النجوم كبقع مستديرة مبعثرة في الفضاء الكوني ، فالإضاءة هناك لا تخص سوى الأجزاء المادية التي تسقط عليها أشعة الشمس المباشرة وتكون الإضاءة عندئذ شديدة .
- الانعكاس :
تعكس الأسطح العلوية للسحب وكذلك الرمال التي تثيرها العواصف في جو الأرض كل يوم جزء كبير من الطاقة الإشعاعية الشمسية (خاصة الإشعاع الحراري طويل الموجة) وتعرف قوة رد السطح للطاقة الإشعاعية الشمسية باسم الألبيتو Albedo وتقدر كنسبة مئوية بين الطاقة المنعكسة والطاقة الإشعاعية الكلية
وتختلف قيمة الألبيدو (قوة عكس أو رد الإشعاع) باختلاف طبيعة الأسطحالتي يسقط عليها كما هو موضح بالجدول التالي :
طبيعة
حالة السطح
قيمة الأنبيدو
السطح
ياس
التربة باختلاف الوانها وغطائها النباتي
التربة السوداء الرطبة
التربة المغطاة بغايات كثيفة رطبة
3٠٠1٠
%
%
التربة المغطاة ينتج حديث السقوط
التربة المغطاة برمال بيضاء جافة
التربة المغطاة بجليد متجمع من مدة طويلة
:%
%
ماه
سماء خالية من السحب
10% عندما تكون زاوية ميل الأشعة 43 وتزداد بزيادة زاوية الميل حتى تصل إلى 11,0 % عندما تكون زاوية ميل الأشعة 84.5
سماء بها سحاب طبقي متوسط به فجوات
سماء بها صحاب طبقي متوسط متصل
سماء بها سحاب سمحاق طبقي متصل
سماء بها سحاب ركامي طبقي متصل
17-34
% 39 - 59
%11-11
وهنا نجد أن الأسطح اليابسة تزيد قوة ردها للإشعاع الشمسي بزيادة جفافها وابيضاض لونها وخفة غطائها النباتي، بينما تقل بزيادة رطوبتها وإسوداد لونها وكثافة غطائها النباتي. أما الأسطح المائية فتتوقف قوة ردها للإشعاع على زاوية ميل الأشعة وحالة السحب في السماء وتموج السطح المائي .

ويقدر متوسط ما يفقد مما يعكسه السطح اليابس للكرة الأرضية بنحو 2,7 من الطاقة الإشعاعية الشمسية، ومتوسط ما يفقد مما تعكسه أسطح السحب بمختلف أنواعها بنحو 23,3٪ من الطاقة الإشعاعية الشمسية اقامة من الشمس PW 174
عكستها القيوم
عكسها السطح الأرض
عكسها العلاف الجوي
السماع الله
امتها الغلاف الجوي
اشعاع امتصه الغلاف الجوي
الناقلية
PW 89 تمتصها اليابسة والمحيطات
(شكل (24) تأثير الأرض وجوها على الطاقة الشمسية
الحرارة الكامية
ثانيا : مصير الطاقة الإشعاعية التي تصل إلى سطح الأرض وجوها .
- يمتص سطح الأرض اليابس الطاقة الإشعاعية - الحرارية الساقطة عليه
خلال قشرة رقيقة جداً (٦٠ - ٩٠ سم) بسبب عدم شفافيته ، وسرعان ما تتحول هذه الطاقة الإشعاعية إلى طاقة حرارية ترفع درجة حرارة اليابس سريعا أثناء النهار ، كما ترفع درجة الحرارة داخل القارات أثناء الصيف بمعدلات أكبر مما في حالة الأسطح المائية التي ترفع درجة
حرارتها ببطء أثناء النهار نظراً لما يتمتع به الماء من خواص .
يستنفذ حوالي ثلث الطاقة الإشعاعية - الحرارية الواصلة إلى الأسطح المائية المكشوفة في عملية التبخير ، كما يستنفذ جانب آخر من هذه الطاقة لإتمام عملية البخر نتح من الأسطح النباتية الناتجة .
تستهلك عملية التمثيل الضوئي قدراً من الطاقة الإشعاعية الضوئية تمثل جانباً ضئيلاً من إجمالي الطاقة الإشعاعية الشمسية يقدر بـ 1 % .
ه تتحول الطاقة الإشعاعية الضوئية المشتتة إلى طاقة حرارية عندما تستقبلها المواد ذات القدرة على امتصاص أطوالها الموجية .
بالنسبة للطاقة الإشعاعية الممتصة سواء في جو الأرض أو بواسطة سطح الأرض سوف تشع أو تنبعث من جديد طبقا لنظرية تبادل الإشعاع الآتي ذكرها فيما بعد في صورة إشعاع حراري طويل الموجة ، ورغم ان مجموع ما تكتسبه الأرض من طاقات إشعاعية أكبر من مجموع ما تفقده إلى الفضاء الكوني بفضل وجود الغلاف الجوى ، إلا أن مجموع الطاقات المستغلة فعلاً في الأرض وجوها لإتمام الأنشطة الجوية (مثل حركة الرياح والزوابع والأعاصير (يكاد يمساوى مجموع الطاقات المفقودة ، ولذا فإن الفرق بين الطاقتين هو الذي يسبب التوازن الحراري الجو الأرض .
وتقول نظرية تبادل الإشعاع (نظرية بريفوست Prevost) أن أي جسم مادي في درجة حرارة أعلى من الصفر يشع من حوله إشعاعاً حراريا أي أن النشاط الإشعاعي الحراري لا يقتصر على إنتقال الأشعة الحرارية من الجسم الساخن إلى الجو الأبرد المحيط به، بل أن الجو أيضا يشع بدوره أشعة حرارية تسقط على الجسم فيمتصها، وهذا ما يعرف باسم (تبادل الإشعاع) .
ولكن ما نلمس تأثيره هو فقط محصلة الكميتين حيث تنخفض درجة حرارة الجسم الساخن تدريجيا إلى أن يصبح في حالة إتزان حراري مع الوسط أي تصبح :
الأشعة الحرارية المنبعثة = الأشعة الحرارية الواردة إليه من الجو ..
مما سبق يتضح أن المواد التي قامت في جو الأرض بدور الإمتصاص التخيري تقوم في الوقت نفسه بدور الإشعاع التخيري سواء نهاراً أو ليلا . ولكن محصلة تبادل الإشعاع نهاراً تسبب رفع درجة حرارة الأجسام المادية بعكس الحال ليلا حيث تسبب خفض لدرجة حرارة الأجسام المادية .
ويجب أن تلاحظ أنه ليس شرطاً أن يفقد كل جزء من الهواء من طاقته بالإشعاع نفس المقدار الذي يكتسبه . فهناك جزيئات تفقد أكثر مما تكتسب وهناك أخرى تكتسب أكثر مما تفقد وهذا يتوقف بالطبع على درجة حرارة الوسط، فعند تتبع توزيع الحرارة في الاتجاه الأفقي للطبقات السفلية نجد أن الهواء في المناطق المعتدلة والقطبية يشع أشعة حرارية أكبر مما يكتسب بعكس الحال في المناطق بين المدارين .
كذلك الحال عند تتبع توزيع الحرارة في الاتجاه الرأسي حيث تجد أن الهواء يشع أكثر مما يكتسب في الطبقة الوسطى من طبقات الغلاف الجوى حيث تقل نسبة تواجد بخار الماء ، ولذا تصل الحرارة إلى ٥٠ - ١٠٠ درجة تحت الصفر. بينما يكتسب الهواء أكثر مما يفقد في طبقة التغير القريبة من سطح الأرض .
الإشعاع من سطح الأرض :
تعكس الأرض جزء من طاقة الشمس الواصلة اليها ويطلق على هذا الإشعاع اسم Albedo وهي إشعاعات حرارية أطوال موجاتها كبيرة بالنسبة لإشعاعات الشمس.
وكما ذكرنا أن الألبيدو هي قدرة رد الأرض للإشعاع الشمسي وهي عبارة عن النسبة بين الطاقة المرتدة إلى الفضاء من سطح الأرض وجوها وبين الطاقة المقبلة من الشمس .
ومن نتائج الإشعاع الحراري لسطح الأرض انخفاض درجات الحرارة تدريجيا أثناء الليل حتى تصل إلى نهايتها الصغري عند الفجر .
وكثيراً ما يتبع ذلك تكون الندى خاصة إذا سكنت الرياح ، أما إذا كان الهواء متحركا بسرعة ملموسة فإنه قد يكون من نتائج هذا التبريد ظهور الضباب أو الشابورة المائية بدلاً من الندى .
وجميعها عبارة عن تكاثف وترسيب لأبخرة الماء الموجودة في طبقات الجو
الملاصقة لسطح الأرض نتيجة البرودة بالإشعاع أثناء الليل .
الإشعاع من جو الأرض :
Ocean, Land
(شكل (25) تأثير الغلاف الجوى على الطاقة الإشعاعية.
تنحصر طاقات إشعاعات الجو في مجموعة الموجات التي ترسلها الغازات المختلفة المكونة للغلاف الجوي. ويتميز بخار الماء ثم غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو بوفرة إشعاعاتها الحرارية التي تنتشر في جميع الاتجاهات، فيفقد بعضها في الفضاء بينما يرتد البعض الآخر إلى سطح الأرض . فنجد مثلاً أن بخار الماء يرسل نحو من ٥0% الى 65% من طاقات الإشعاع التي مصدرها الجو ، أما غاز ثاني أكسيد الكربون فيرسل ما يقرب من ٢٠٪ من هذه الطاقات ، والباقي وقدره من 15 ـ ٣٠ % فترسله باقى الغازات بالجو . وأغلب ما يفقده الجو من طاقات بطريق الإشعاع إلى الفضاء يتم في طبقة التغير (التروبوسفير) في قمتها حيث تصل درجة الحرارة إلى ٥٠ درجة مئوية تحت الصفر، وذلك لقلة بخار الماء فوق تلك الطبقة فتفقد أغلب الإشعاعات إلى القضاء ، بينما تنظم كميات السحب السابحة في جو الأرض السفلى كميات الطاقة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض .
فحوالي 33.5% من الطاقة يتم انعكاسها بواسطة السحب .
وكما يشع سطح الأرض إلى الجو والقضاء تلك الطاقات الحرارية فإن الجو يرسل أيضا إلى السطح كمية من الطاقة تقارب ما

يشعه السطح ويسمى الفرق بين الطاقتين " الإشعاع الليلي " ومهما يكن من شيء فإن الجو يعمل إلى حد ما على حفظ طاقات سطح الأرض من التسرب إلى الفضاء الكوني عن طريق الإشعاع المستمر .
الإشعاع من السحب :
الشعب العالية
الطلق حرارة أقل نحو القضاء وتعكس قدرا أقل من أشعة الشمسي تأثير احتراري
الشعب المتخفية تطلق المزيد من الحرارة عدم النساء وتعكس المزيد من أشعة النتسي تائج مبرد
سطح الأرض
بينما تبعات السعوا الدرواية جمال
(شكل (26) تأثير السحب على الطاقة الإشعاعية
المعروف أنه إذا وصل سمك السحابة نحو ٥٠ متر اعتبرت السحابة جسما
معنما يشع تماما مثل الجسم الأسود الذي في نفس درجة حرارة السحابة .
ولهذا فإن إشعاعات السحب تفوق كثيراً في كمياتها إشعاعات جو الأرض .
فتفقد قسم السحب المعرضة للقضاء من طاقاتها بالإشعاع أثناء الليل أكثر مما تكتسب من الجو المحيط فتهبط بذلك درجة حرارتها . وفي العادة ينحصر هذا التبريد خلال طبقات رقيقة في قسم السحب وكلما كانت هذه القسم مرتفعة في الجو كلما كان التبريد فيها عظيماً ، وذلك لأن إشعاعات الجو التي تعوض بعض هذا النقص نقل بالارتفاع نظراً لما يصحب زيادة الارتفاع من نقص في كميات بخار الماء وثاني أكسيد الكربون في الجو ، وهما مصدر المعظم طاقات الإشعاع الجوى .
أما قاعدة السحابة فإنها في نفس الوقت الذي تشع فيه تصل إليها الطاقة المنبعثة من سطح الأرض والجو السفلى لها . وهذه الأخيرة بطبيعة الحال أكبر من إشعاعات قاعدة السحابة ، لأن درجة حرارة سطح الأرض أكبر من درجة حرارة السحابة ، وينتج عن ذلك ارتفاع درجة حرارة قاعدة السحابة بالتدريج ، وكلما زاد ارتفاع السحابة في الجو كلما قلت كمية ما تشعه قاعدتها نظراً لإنخفاض درجة الحرارة مع الارتفاع. وبذلك تزداد عملية التسخين في القاعدة وكثيراً ما تؤدى هذه الظاهرة (تبريد القمة وتسخين القاعدة أثناء الليل) إلى اختفاء بعض السحب العالية عند الظهر، وهذا ما يحدث خاصة فوق الصحاري . وترسل قواعد السحب بدورها إشعاعات حرارية إلى سطح الأرض تعمل على تقليل الطاقة التي يفقدها سطح الأرض أثناء الليل . ولهذا فإن سطح الأرض يظل حافظا لبعض حرارته أثناء الليل إذا تلبدت السماء بالسحب ومن ذلك أيضاً يتضح السبب في أن الليالي الصافية تكون أبرد من الليالي الغائمة .
ولما كان من المشاهد أن متوسط درجة حرارة سطح الأرض وجوها لا يتغيران بمرور السنين فإن معنى ذلك أن ما يمتصانه من الإشعاع الشمسي كل عام يجب أن يعادل في المتوسط ما يفقدانه من حرارة إلى القضاء الكوني بطريق الإشعاع الحراري، ولكن لما كانت تكتسب 57 % من الإشعاع الشمسي المباشر فهي وجوها يردان نفس القيمة إلى الفضاء في صورة أمواج إيثيرية حرارية. وهذا هو سر التوازن الحراري في الأرض على مر السنين ، ذلك التوازن الذي جعل الحياة عليها ممكنة وحفظها من الفناء ..
التوزيع الرأسي لدرجة الحرارة :
تتناقص درجات الحرارة ذاتيا تدريجيا مع الارتفاع في طبقة التغير (الطبقة القريبة من سطح الأرض) ويقدر معدل التناقص في درجة الحرارة مع الإرتفاع بنحو 6.5 لكل كيلومتر إذا كان الهواء مشبعاً ببخار الماء أي معرضاً لحدوث التكاثف، ونحو ١٠ م لكل كيلومتر إذا كان الهواء جاف وغير مشبع ببخار الماء) أي غير معرض لحدوث التكاثف) .
والمعروف أن المحدد الأول الحالات الاستقرار أو عدم الاستقرار في الجو هو توزيع درجات الحرارة مع الارتفاع فإذا أزيح الهواء رأسياً إلى أعلى وكانت كثافة الوسط المحيط أقل من كثافة هذا الهواء المزاح أي أكبر منه في درجة حرارته فإن هذا الجزء يهبط من جديد إلى وضعه الأصلي ويقال حينئذ أن الهواء في حالة استقرار كما يحدث ليلا للهواء الملامس لسطح الأرض، وإذا كانت نتيجة الإزاحة إلى أعلى أن الجزء المزاح يغمره في وضعه الجديد وسط من الهواء أكبر كثافة أي أقل منه في درجة الحرارة ، فإن هذا الجزء المزاح يستمر في الانطلاق إلى أعلى ويقال حينئذ أن الجو في حالة عدم استقرار كما يحدث نهاراً بالنسبة لتيارات الحمل ، حيث أنه في بعض الحالات يحدث أن تتزايد درجة الحرارة مع الارتفاع في طبقات الجو السفلى، وتعرف هذه الحالة باسم "الانقلاب الحراري" Themal
Inversion
ويشمل الحالات الآتية :
إشعاع الحرارة من سطح الأرض في الليالي الصافية يؤدى إلى انخفاض سريع في درجة الحرارة للهواء الملامس لهذا السطح بينما تكون درجة حرارة الهواء في طبقات الهواء البعيدة عن سطح الأرض ما تزال أسخن من الطبقات أسفلها Radiation fog
(شكل (27) الانقلاب الحراري بالإشعاع من سطح الأرض
تحرك الهواء الساخن فوق الأسطح المائية الباردة يؤدى إلى انخفاض درجة حرارة الهواء الملابس السطح البارد بالتوصيل بينما يظل الهواء البعيد عن السطح ساخنا .
) شكل (28) انقلاب حراري في الوادي
يحدث انقلاب حراري في باطن الوادي ليلا حيث يتحرك الهواء البارد من قسم التلال نحو السفوح لأن نقاء الهواء من الأتربة والغبار في
A
قمة التل يجعله أكثر إشعاعا وكثافة من الهواء القريب من الوادي فيتحرك لأسفل " نسيم الجاذبية " وهذا النوع عادة يكون مصحوب
بالصقيع في بداية الربيع ...
عند تقابل كتلتان هوائيتان مختلفتان في درجة الحرارة فإن الهواء البارد يتحرك أسفل الهواء الساخن ، وتعرف الحدود الوهمية الفاصلة بين الكتلتين باسم الجبهة ، ولذا تسمى هذه الحالة باسم " الانقلاب الجيهي .
مواد دافت
نسيم بارد
نهارا
(شكل (29) الانقلاب الجبهي .
كما يلاحظ أن الانقلاب الحراري يظهر في طبقات الجو العليا عند الانتقال رأسيا من الطبقة الوسطى إلى الطبقة الحرارية .
التوزيع الأفقي لدرجة الحرارة :
من الواضح أن كمية الطاقة الإشعاعية الشمسية التي يستقبلها سطح الأرض تختلف من مكان لآخر باختلاف خطوط العرض (القرب أو البعد من خط الاستواء) ولكن يجب أن يكون واضحا أنه إذا كان خط العرض هو العامل الوحيد المؤثر على توزيع الطاقة الإشعاعية الشمسية فإنه من المتوقع أن تكون خطوط تساوى الحرارة Isotherms) والتي يتم توقيعها على خريطة الطقس مارة بالأماكن ذات درجات الحرارة المتساوية (موازية لخطوط العرض ، ولكن المشاهد أن هذه الخطوط لا تكون

متوازية. ويرجع السبب في ذلك إلى أن توزيع اليابس والماء في أرجاء الكرة الأرضية غير منتظم ، كما أن اتجاه الرياح وحركة تيارات المحيط له تأثيره المباشر في تعديل متوسط درجة الحرارة للمناطق المختلفة .
اختلاف درجة الحرارة بين اليابسة والماء :
تكون درجة حرارة السطح اليابس أثناء النهار أعلى من درجة حرارة
السطح المائي المجاور وذلك للأسباب الآتية : -
كمية الحرارة التي يكتسبها السطح اليابس من الإشعاع الشمسي أكبر من الكمية التي يكتسبها السطح المائي ، ويرجع ذلك إلى شفافية الماء وسماحه للإشعاع بالنفاذ خلال طبقة سميكة من الماء وبذلك يتم توزيع الحرارة المكتسبة على طبقة ذات سمك كبير من الماء .
يستخدم جزء من الإشعاع الشمسي المكتسب لتبخير الماء .
- الحرارة النوعية لليابس أصغر من الحرارة النوعية للماء .
أما أثناء الليل فتكون درجة الحرارة للأسطح اليابسة أبرد من الأسطح المائية
المجاورة وذلك لأن :-
(1) كمية الإشعاع طويل الموجة التي يرسلها السطح اليابس في أول الليل تكون أكبر من الكمية التي يرسلها السطح المائي لأن درجة الحرارة للسطح اليابس تكون أعلى من درجة حرارة الماء أثناء النهار .
ب عندما يبدأ السطح المائي في فقدان حرارته أثناء الليل تعود إليه جزء من الحرارة التي تسربت أثناء النهار داخل طبقة الماء السميكة
فتعوض جزء من حرارته التي فقدها بالإشعاع .
جـ) كمية الإشعاع طويل الموجة المرسل من بخار الماء فوق الأسطح المائية أكبر من الكمية المرسلة من بخار الماء فوق الأسطح اليابسة نظراً لأن كمية بخار الماء فوق السطح المائي أكبر من الموجودة فوق اليابسة .
د الحرارة النوعية لليابس أصغر من الحرارة النوعية للماء .
التغير اليومي في درجة الحرارة :
بعد شروق الشمس بفترة وجيزة تأخذ درجة الحرارة في الارتفاع عندما تصبح كمية الطاقة الإشعاعية المكتسبة بواسطة سطح الأرض أكبر من المفقودة، وتبلغ هذه الكمية نهايتها العظمى الثانية عشر ظهراً في القاهرة، بعدها تأخذ كمية الطاقة الإشعاعية المكتسبة في التناقص إلا أن درجة الحرارة تستمر في التزايد نظراً لأن كمية الطاقة الإشعاعية المكتسبة تظل أكبر من الطاقة الإشعاعية المفقودة . وعند حوالي الساعة الثانية ظهراً تبلغ درجة الحرارة نهايتها العظمى (عندها تتساوى كمية الطاقة الإشعاعية المكتسبة مع كمية الطاقة الإشعاعية المفقودة) . وبعد ذلك تتناقص كمية الطاقة الإشعاعية المفقودة إلا أنها تكون أكبر من المكتسبة ، ويستمر تناقص درجات الحرارة حتى الغروب. بعدها يفقد سطح الأرض حرارته دون اكتساب ويستمر تناقص درجة الحرارة
بمعدل أكبر إلى أن تبلغ نهايتها الصغرى عند الفجر .
ويتوقف مدى التغير اليومي في درجة الحرارة (الفرق بين أعلى درجة وأدناها) في مكان ما خلال اليوم على طبيعة المكان كما يلي :-
المدى فوق الأراضي الصحراوية أكبر منه فوق الأراضي المنزرعة. المدى فوق السطح اليابس أكبر منه فوق السطح المائي .
المدى في حالة وجود سحاب يكون أقل منه في الأيام الصافية (لأن السحب تعمل على الحد من درجة الحرارة أثناء النهار والحد من
تناقصها أثناء الليل .
طرق انتقال الطاقة الحرارية
الإشعاع Radiation
يقال أن الحرارة تنتقلي الإشعاع إذا انتقلت في صورة موجات من جسم إلى آخر دون حاجة إلى وسط مادي أو في وجود وسط مادى شفاف كالهواء الجاف أو الزجاج تستطيع أن تنفذ منه الأشعة دون أن ترفع درجة حرارته .
وبهذه الطريقة تنتقل الطاقة الحرارية ضمن طاقة الإشعاع الشمسي في صورة موجات تحت حمراء حتى إذا ما سقطت على جسم مادي له القدرة على امتصاص الحرارة تحولت هذه الموجات إلى طاقة حرارية . وتختلف
الأجسام في قدرتها على امتصاص الطاقة الحرارية باختلاف طبيعتها
ويوضح ذلك ظاهرة الإشعاع والامتصاص التخيري ، وهي ظاهرة تلعب أهم الأدوار في جو الأرض وتعنى أن جميع المواد (غازية وسائلة وصلبة) لها طيف خاص بها ينبعث منها عند تسخينها (وهذا هو الإشعاع التخيري)
ويعرف الطيف Spectrum بأنه مدى الأطوال الموجية للإشعاع المنبعث من أي جسم مادى، وهذا الإشعاع هو وسيلة الأجسام الساخنة للعودة إلى حالة الإتزان الحراري مع الوسط المحيط بها، ولا تتساوى كل الأطوال الموجية المنبعثة في غزارتها ولكن لكل درجة حرارة حزمة معينة ضمن هذا الطيف يشعها الجسم بغزارة. ومن ناحية أخرى فإن أي جسم يتعرض لطاقة إشعاعية فإنه يمتص منها تلك الموجات التي لها نفس أطوال الموجات الطيفية فقط) وهذا هو الإمتصاص التخيري) .
وما الألوان التي تكتسبها الأجسام إلا نتيجة لظاهرة الامتصاص والإشعاع التخيري. فالجسم الأحمر مثلاً نراه أحمراً لأنه يمتص جميع ألوان الطيف الضوئي المرني ماعدا اللون الأحمر الذي ينعكس فتراه العين. ومثله بقية الأجسام الملونة ، أما الجسم الأسود والجسم الأبيض فهما حالتان خاصتان . فالأول هو أكثر الأجسام إشعاعا وأقلها امتصاصا (إذا كان مصدراً لها)
وهو في نفس الوقت أكثر الأجسام امتصاصا وأقلها رداً للأشعة (إذا كان مستقبلاً لها) ولذا لا ترى الأعين عند النظر إليه الا الظلمة . أما الجسم الأبيض فهو على العكس من الجسم الأسود ، أي لا يمتص أي لون من ألوان الطيف المرئي ويرده بكامله ولذا ترى العين الشعاع الضوئي بلونه الأبيض .
التلامس أو التوصيل Conduction
يقال أن الحرارة تنتقل بالتوصيل إذا انتقلت من دقائق المادة الساخنة إلى دقائقها المجاورة الباردة دون انتقال الدقائق نفسها ، وبهذه الطريقة يسخن الهواء الملامس لسطح الأرض نهارا ويبرد ليلا في حدود لا تتعدى عدة أمتار لأن الرياح والاضطرابات الهوائية تفرق الهواء وتنقله إلى شتي
الارتفاعات ...
الإنتقال لدقائق المادة الساخنة Convection
في هذه الحالة تنتقل الحرارة بانتقال دقائق المادة الساخنة سواء كانت سائلة أو غازية من مكان إلى آخر ، ويتم الانتقال الحراري بوسائل
عديدة منها :
(1) تيارات الحمل :
وتعنى صعود الهواء الساخن إلى أعلى في شكل تيار وهبوط آخر بارد محله على مساحات واسعة نسبياً ، ويشير وجود هذه التيارات إلى عدم استقرار الجو، وتنشأ تيارات الحمل بسبب تسخين الطاقة الإشعاعية الحرارية لسطح الأرض نهاراً وتتسرب هذه

الطاقة المكتسبة إلى طبقة الجو السفلى بالتوصيل مما يؤدى إلى تعدد الهواء وقلة كثافته وارتفاعه ولكن عندما يبرد سطح الأرض ليلا يبرد الهواء الملامس ويصبح أكثر كثافة ويستقر الجو بانقطاع حركة تيارات الحمل ..

ب الرياح :

لا تسخن الأرض في جميع جهاتها بمقادير متساوية وذلك لاختلاف طبيعة السطح واختلاف خط العرض ولهذا يختلف الضغط الجوي من مكان إلى آخر ، وتنشأ دورة الرياح بين القارات والمحيطات وبين المناطق القطبية والمناطق الاستوائية ، وحركة الـراح تعـنى حركة الكتل الهوائية بما تكتسبه من طاقة حرارية مما يؤدى إلى توزيعها على سطح الأرض .

ج) التيارات البحرية :

وهي حركة تنتاب مياه البحار والمحيطات يتم بواسطتها انتقال كميات كبيرة من المياه إلى مسافات بعيدة والتيـارات البحريـة إمـا أن تكون سطحية أو عميقة ، باردة أو ساخنة، ويمكن تبسيط نشأة التيارات البحرية بقولنا أنه في المنـاطق القطبيـة تصـبح الميـاه أكبر كثافة نظراً لبرودتها فهي تهبط إلى القاع بينما يؤدى التسـخين الشـديد بواسـطة الطاقـة الإشـعاعية الشمسـية في المنـاطق الإستوائية والمدارية إلى ارتفاع درجة حرارة المياه السطحية في هذه المناطق وبالتالي تصبح أقل كثافة. ومن هنا تتولـد التيـارات البحرية حيث تميل المياه السطحية الإستوائية الساخنة على التحرك نحو القطبين بينما تزحف المياه القطبية في أعمـاق المحيـط متجهة نحو المناطق المدارية والاستوائية

د التكثيف :

لا يغيب عن الذهن أن الهواء الذي يتصاعد رأسيا بواسطة تيارات الحمل او غيرها تنخفض درجة حرارتـه تـدريجياً مـع الارتفـاع ممـا يؤدى إلى تكاثف محتوياته من بخار الماء إلى قطيرات مائية أو تساميها إلى بللورات ثلجية ، وهذا التحول يصاحبه انطلاق الحـرارة الكامنة للتكاثف مما يسبب رفع درجة حرارة الطبقات العليا للهواء والتي يتم فيها ذلك التكاثف أو التسامي ويمكن بعد ذلك توزيـع هذه الحرارة على كثير من أرجاء الأرض بواسطة حركة الرياح .

ولقد قدر است Fest متوسط ما يكتسبه جو الأرض من طاقة حرارية بواسطة عمليات التكاثف بنحو ٠.٠9 سعر / سـم 2 دقيقـة . بينما لا تتعدى كمية الطاقة المكتسبة في جو الأرض بالعوامل الأخرى مجتمعة 1... سعر اسم 2 / دقيقة ، وذلك ليس بغريب خاصة إذا علمنا أن نحو ثلث الطاقة الإشعاعية الحرارية الواصلة إلى الأسطح المائية تستنفذ في عملية التبخير .

الاحتباس الحراري وتلوث الهواء ...

يعرف الاحتباس الحراري بأنه الحفاظ على درجات الحرارة التي امتصها سطح الأرض وجوها دون ردها إلى القضاء مرة أخرى مما يرفع درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض ويظل كذلك حتى اليـوم التـالي فيزيـد معـدل امتصـاص جـو الأرض من الأشـعة الشمسية مرة أخرى مما يرفع درجة الحرارة أكثر من معدلاتها الطبيعية. ويرجع ذلك إلى كم المواد الملوثـة للهـواء الجـوى والـتي يأتي على رأسها نفايات المحركات المختلفة ومخلفات المصانع المتطايرة في الجـو بصـورها الثلاث . واسـتخدام غـازات الفريـون بكثرة في الصناعات المختلفة ومبيدات الآفات وحرق المخلفات النباتية، مما يؤثر على نسب ومكونـات الهـواء الجـوى فيـؤدي إلى عواقب وخيمة للاتزان الحيوي والبيني على سطح الأرض . من أجل ذلك سارعت الـدول بتقليـل الانبعاثـات من المصـانع بـل بعض الدول منعت إقامة مصانع المواد معينة على أراضيها واتجهت إلى الدول النامية أو دول العـالم الثـالث الـتي لا تهتم بشـئون صـحة وسلامة المواطن التقام على أراضيها مثل تلك المصانع فرحين أنها تنتج مواد للتصدير وهي أخطر ما يكون على صحة المواطـنين، ونجد في جمهورية مصر العربية وزارة البيئة تشدد الرقابة على كل المصـانع الـتي على الأراضـي المصـرية وتضـع قـوانين بفـرض غرامات صارمة حال المخالفة لذلك بل وصل الأمر أن تضع مواد في قـانون المـرور التقليـل عـادم السـيارات المنبعث وفي حالـة المخالفة توجد من العقوبات ما تجعل قائد المركبة يحافظ إجباراً على البيئة التي نعيش فيها .

(شكل (٣٠) عوامل تلوث الهواء والاحتباس الحراري .

الباب الخامس

الضغط الجوي Atmospheric Pressure

تعمل الجاذبية الأرضية على الإمساك بكل ما يعلو سطح الأرض من مواد .

والغلاف الجوى يتكون من جزيئات وعناصر ، ولذا فهو مثل أي جسم مادى على سطح الأرض له وزنه ، وإذا كـانت المـواد الغازيـة تخضع كغيرها من المواد للإنجذاب رأساً إلى أسفل، إلا أن الحركتها المنتشـرة قـوة تـؤثر في جميـع الإتجاهـات تسـمى بالضـغط (Pressure) . ويعرف الضغط الجوي بأنه القوة الواقعة على وحدة المساحات لأى سـطح نتيجـة الإصـطدام جزيئـات الهـواء بهـذا السطح .

ويقدر الضغط الجوى عند أي نقطة بوزن عمود الهواء المقام على وحدة المساحات (سم (2) حول هذه النقطة والممتد إلى قمـة الجو ، وكلما بعدنا عن سطح الأرض يقل طول هذا العمود وبالتالي يقل الضغط الجوي كلما صعدنا الأعلى .

ويعادل وزن هذا العمود عند أي نقطة في مستوى سطح البحر وزن عمود من الزنبق طوله 76 سم ، هي طول عمـود الزئبـق في البارومتر الزنبقي ..

والبارومتر الزنبقي من أهم أجهزة الرصد التي يستخدمها رجل الأرصاد الجوية وذلك نظراً لأن تغيرات الضغط يصحبها تقلبات الجو . فمثلاً قد يدل هبوط الضغط الجوى دلالة واضحة على اقتراب جو رديء في حين يـدل ارتفـاع الضـغط الجـوى عمومـا على الجـو الهادئ . والبارومتر ليس من أجهزة الرصد القديمة ، كقدم مقياس المطر أو دوارة الرياح ، إلا أنه يعتبر على أية حال غير حـديث . إذا يرجع تاريخه إلى أربعة قرون مضت وبالتحديد بعد عصر الفلكي الكبير جاليليو بفترة وجيزة .

ولقد اهتم جاليليو نفسه بمسألة تعيين وزن الغلاف الجوي للأرض . فقد كان على يقين من أن للهواء وزناً رغم أننا لا نراه . وأجرى تجربة للتدليل على ذلك بأن أخذ أنبوبة بها كميـة من الهـواء وعين وزنهـا ثم ضـغط كميـة إضـافية من الهـواء داخلهـا وأحكم إغلاق الأنبوبة وعين وزنها مرة أخرى ، وعند ذلك وجد زيادة طفيفة في الوزن. وبطبيعة الحال لم يستطع جاليليو أن يعين وزن الهواء كله بهذه التجربة .

وقد قام بهذه العملية تلميـذ من تلاميـذه وهـو العـالم تورشـيللي. فقـد توصـل إلى طريقـة عين بهـا وزن الغلاف الجـوى، فقـد ملا تورشيللي أنبوبة زجاجية طويلـة مفتوحـة من طـرف واحـد فقـط بـالزنبق ثم وضـع إصـبعه على الطـرف المفتـوح ونكس الأنبوبـة واستمر يضغط بإصبعه حتى لا ينسكب الزنبق ، وغمس طرفها المفتوح في حـوض الزنبـق ، وعنـدما أزاح إصـبعه الخفض مسـتوى الزئبق في الأنبوبة وهبط إلى الحوض وظل باقي عمود الزنبق كما هو ، وقد بلغ طوله نحو ٣٠ بوصة. وبقى هنـاك فـراغ كامـل في أعلى

الأنبوبة إذ لم يتسرب إليه الهواء بعد هبوط الزئبق منها في الحوض .

والآن : لماذا بقى طول عمود الزنبق في الأنبوبة على كل هذا القدر ؟

الجواب على ذلك أن الهواء الجوى كان يضغط على هذا العمود عن طريق ضغطه على الزنبق الـذي في الحـوض بمـا يعـادل على وحدة المساحات وزن من 29 إلى ٣٠ بوصة من الزئبق المعروف بكثافته العالية. وهكذا غـرف تورشـيللي كيـف يعين وزن الغلاف الهوائي أو كتلته . وسرعان ماتم الكشف عن مسألة أخرى مثيرة ، فقد لوحظ أن ارتفاع عمود الزنبـق في البـارومتر لا يظـل ثابتـا عند حد معين، بل يرتفع أحيانا وينخفض أحيانا أخرى مما يدل على أن الضغط الجوي في تغير مستمر ..

وهكذا بدأ البارومتر الزئبقي في الظهور كجهاز يستخدم في أعمال التكهن بالطقس أو حالة الجو المقبلة. ولقد عمد صانعوا البارومترات إلى تدوين نوع الطقس المنتظر على تدريج البارومتر ، فكتبوا مثلا " جو عاصف " .
"مطر" ، " تغير في الجو " ، " لا بأس " ، " جاف جدا " وهكذا ، وما زالت مثل تلك التأشيرات تستعمل في بعض المناطق من العالم حتى الآن . وهي تفسير بعض الشيء في التكهن بالطقس المقبل. ورغم أن كل المتنبنين الجويين في هذا العصر يستخدمون وسائل أخرى اعتمادا على الثورة التكنولوجية وتوافر المعلومات عن طريق النت والأقمار الصناعية إلا أن أغلبهم سوف يقول أن البارومتر لا يزال هو أهم جهاز يستخدم في أعمال الرصد والتنبؤ الجوي .
ولذلك فإنه عند عدم حدوث حركة هوائية صاعدة أو هابطة في الجو فان الضغط الجوى عند أي نقطة بكون مكافنا لوزن عمود من الهواء مساحة مقطعه وحدة المساحات وممتد راسيا من هذه النقطة إلى نهاية الغلاف الجرى.
ومنذ أيام تورشيللي والضغط الجوي يعبر عنه بدلالة طول عمود الزنبق الذي يتكافأ وزنه مع الضغط الجوي فمثلا يقال أن الضغط الجوي ٧٦٠ هم زنبق (76 سم) أو 29.9 بوصة زنبق حسب الوحدات المستخدمة في الأطوال لكل دولة سواء كانت مقاييس فرنسية أو إنجليزية. وهذه الطريقة غالبا في نهايات استخدامها في الوقت الحالي ، لأن التعبير عن الضغط الجوي بدلالة وحدة الأطوال يبعده عن حقيقته ولذلك تم استخدام وحدة تمثله خاصة به .
وحيث أن الضغط الجوى عبارة عن قوة مبذولة على وحدة المساحة فإن وحدة القوة هي " الداين " ووحدة المساحة هي "سم " لذا فإن وحدة الضغط تقاس بالداين اسم 2 وعند قياس الضغط الجوى عند مستوى سطح البحر يلاحظ أن قيمته تبلغ حوالي مليون داين / سم 2 ونظرا لأن قيمة الداين اسم ؟ تعتبر صغيرة لحساب الضغط الجوى فتم إطلاق لفظ "بار " على وحدة الضغط الجوى. فالبار = مليون داين اسم 2 ونظراً لأن تلك القيمة فتم استخدام لفظ المللبيار وهو يساوى ٠,٠٠٠ بار ، أي أن المللبيار = ١٠٠٠ د اين اسم 2
البار = ١٠٠٠) مثليبار (١٠٠٠.٠٠٠ د اين اسم 2).
والضغط الجوى عند مستوى البحر يساوى ١٠13 ملليبار (M.B) MilliBar تقريبا. وأمكن إيجاد هذه القيمة عن طريق المعادلات الآتية :
الضغط = كتلة عمود الزنبق X عجلة الجاذبية الأرضية .
= { (حجم عمود الزنبق (X كثافة الزنبق } X عجلة الجاذبية
(طول عمود الزنبق × مساحة مقطعه (X كثافة الزنبق) X
عجلة الجاذبية .
76 = 1391981= ١٠13961,6 داين اسم 2
١٠14 ملليبار تقريبا .
ويقدر متوسط الضغط الجوى على السم الواحد عند سطح الأرض في مستوى سطح البحر بنحو وزن كيلو جرام واحد ، ومعنى ذلك أن الهواء يضغط على كل سم ؟ من أجسامنا بقوة تعادل في المتوسط وزن كيلو جرام . ويهبط الضغط سريعا إذا صعدنا لأعلى ، فعلى ارتفاع 21كيلومتر نكون قد تخلصنا من نحو ٩٠٪ من وزن الغلاف الجوى بأكمله. ولما كانت درجة غليان السوائل ومنها الدم تتوقف على قيمة الضغط المحيط بها ، بحيث أنه كلما انخفض الضغط قلت درجة الحرارة التي يبدأ عندها السائل في الغليان .
فإذا أزيح هذا الضغط الواقع على جسم الإنسان بأن ارتفعنا مثلاً إلى أعلى نجد أن الدم يعلى في درجة حرارة الجسم العادية عند ارتفاع 19 كيلومتر فقط ، ويؤدى غليان الدم إلى انفجار الأوعية الدموية تم الإعماء والموت في مدى لا يتجاوز ٣٠ ثانية . ولهذا يجب أن يعزل رواد الفضاء داخل يدل ومركبات خاصة محكمة الإغلاق يحتفظ داخلها بضغوط عادية كما إعتادها البشر وتتناسب مع الضغط الجوي الذي ألفوه وتعودت عليه أجهزتهم .
ويتغير الضغط الجوى على سطح الأرض بتغير الزمان والمكان تبعا الاختلاف كثافة الهواء وكميات الأبخرة المانية العالقة فيه وطبيعة تحركه في الطبقات العليا. ويتبع هذه التغيرات تغيرات واضحة في العناصر الجوية الأخرى لاسيما الرياح من حيث شدتها واتجاهاتها، وهذه بدورها قد تتسبب في وجود السحب والأمطار، فاختلافات الضغط الجوي من مكان إلى آخر هي التي تعطى القوة الدافعة للهواء على الحركة ولهذا كان لتسجيله وتقدير مدى التغير فيه خلال الساعات التي تسبق عملية الرصد مباشرة أهمية عظمى في أعمال التنبؤ الجوى ، وعندما يهبط البارومتر عموما يكون ذلك نذيراً بإقتراب العواصف كما أنه عندما يرتفع يدل ذلك على تحسن الجو أو على الأقل " الميل إلى التحسن "
ويمكن القول بوجه عام بأن الضغط الجوى يتبع في توزيعه التوزيع العام الدرجة الحرارة. والعوامل التي ينتج عنها تغيير في قيمة الضغط الجوي في الجزء السفلى من الجو هي نفسها العوامل التي تؤثر على توزيع درجة الحرارة، ولذا يعتبر البعد عن خط الاستواء وعلاقة الأرض بالماء (التغير في نسبة بخار الماء) من أهم العوامل التي تؤثر على توزيع الضغط . وتعتمد عملية التنبؤ الجوى إعتماداً أساسياً على تتبع تحركات موجات الضغط العالي والضغط المنخفض لأنها هي التي تؤثر على حركة الكتل الهوائية من منطقة إلى أخرى، وما يلي ذلك من تغيرات تطرأ على العناصر الأخرى .
(شكل 31)) المرتفع والمنخفض الجوى
L
H
للحراك الرياح في المجتمع الدوي في الباه عقارب الساعة
(شكل 31 ب) إتجاه الكتل الهوائية بالنسبة للمرتفع والمنخفض الجوي
التوزيع الأفقى للضغط الجوى :
تختلف قيمة الضغط الجوى باختلاف خطوط العرض ، ويكون تأثير خط العرض على الضغط بسبب اختلاف درجة حرارة المكان حيث ينشأ على طول خط الاستواء حرام من الضغط المنخفض له شكل متناسق يعرف باسم الرهو الجوى Doldrum وتنشأ عند الأقطاب الباردة أحزمة من الضغط العالي . ويتمركز بين خطي عرض (٦٠ - ٧٠) درجة شمالا وجنوبا) حزام الضغط تحت القطبي المنخفض ويوجد بين خطي عرض (25 - ٣٠ درجة شمالا وجنوبا (حزام الضغط تحت الإستوائي العالي .
وتنشأ هذه الضغوط أساساً نتيجة للاختلاف في درجات الحرارة وبالتالي الاختلاف في كثافة الهواء ، ولذا تتأثر مواضع هذه الأحزمة كثيراً بالهجرة الظاهرية السنوية للشمس. ولكن يجب أن نلاحظ أن خط العرض ليس هو العامل المحدد الوحيد لدرجة حرارة المكان . بل إن الرياح تلعب دوراً في توزيع درجات الحرارة من خط عرض إلى آخر ، كما أن هذه الأحزمة تتكسر نتيجة للتوزيع غير المنتظم لليابس والماء. ففي فصل الشتاء نجد أن القارات تكون باردة نسبياً وتميل لتكوين مراكز ضغط عالى بينما تكون المحيطات أكثر دفئاً ويسودها ضغط منخفض وفي الصيف يحدث العكس . فنجد أن القارات أكثر سخونة من المحيطات وبالتالي تكون القارات ذات
ضغط منخفض والمحيطات ذات ضغط جوي عالي .
والمعرفة توزيع الضغط الجوى على المستوى الأفقي لابد من رسم خرائط الطقس " التي يوضح بها عدد من محطات الرصد الجوي المختارة ، ويتم توزيع قيم الضغط الجوى المأخوذة من هذه المحطات في وقت واحد كل ثلاث ساعات وتصحح هذه القيم بالنسبة لمستوى سطح البحر ، ثم يتم رسم خطوط تمر بمناطق الضغط المتساوية " تعرف باسم خطوط تساوى الضغط"

Isobars بحيث تتفاوت عن بعضها بمقدار خمسة مللبيار . ومن تتبع قيم الضغط الجوي لهذه الخطوط يمكن تحديد مناطق الضغط المرتفع ومناطق الضغط المنخفض المستوى سطح البحر، ويلاحظ أن بعض هذه الخطوط يكون مقفلا ويغطى مساحات كبيرة من سطح الأرض ، وهذه تمثل الارتفاع الجوى High Atmospheric Pressure ويرمز له بالرمز (H) أو تمثل الانخفاض الجوي Low Atmospheric Pressure ويرمز له بالرمز (L) .

وفي الأول " المرتفع الجوى " يكون الضغط الجوى فيه أعلى بالنسبة لما يجاوره من مناطق، بينما في الثـاني " المنخفض الجـوى " يكون الضغط فيه أقل مما يجاوره من مناطق .

ويعرف معدل النقص في الضغط الجوى بالنسبة لوحدة المسافات باسم "منحدر الضغط " وتتولد نتيجـة لوجـود اختلاف في قيمـة الضغط الجوي بين نقطتين على مستوى واحد قوة هي (قوة منحـدر الضـغط) وتنسـب في حركـة الريـاح السـطحية من منـاطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض ... وهناك علاقة وثيقة بين سرعة الرياح وتوزيع الضـغط الجـوي ، بمعـنى أنـه كلمـا صغرت المسافة بين خطوط تساوى الضغط كلما زادت سرعة الرياح والعكس صحيح .

أما بالنسبة لاتجاه الرياح فالمتوقع أن تهب من منطقة الضغط العالي عمودية على خطـوط تسـاوى الضـغط وذلـك إذا كـانت قـوة منحدر الضغط هي المحدد الوحيد لحركة الرياح ، ولكن الواقع غير ذلك حيث تتدخل عوامـل أخـرى في التـأثير على حركـة الريـاح بحيث يحدث انحراف في اتجاه الهبوب يصنع زاوية قدرها ٣٠ درجة في المتوسط مع خطوط تساوى الضغط .

وتوضح قاعدة بايز بالوت Bays Ballots العلاقة بين الضغط الجوي واتجاه الرياح كما يلي :

إذا وقف شخص في النصف الشمالي من الكرة الأرضية بحيث كانت الرياح تهب من الاتجاه الخلفي له وكان وجهـه ناحيـة الاتجـاه الذي تتحرك إليه الرياح فإن مركز الارتفاع الجوى يكون على يمينه وللخلف قليلا ومركز الانخفاض الجوى يكون على يساره للأمام قليلا. وينعكس الوضع في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية بحيث يصبح الارتفـاع الجـوى على اليسـار ومركـز الإنخفـاض الجـوى على اليمين .

التوزيع الرأسي للضغط الجوي :

يقل الضغط الجوي بالارتفاع عن مستوى سطح البحر ، ولكن معدل التناقص بالارتفاع ليس ثابتاً لأنه يتأثر بعوامل عديدة ، فاختلاف تسخين سطح الأرض يؤدى إلى اختلاف في درجة حرارة الهواء الملامس لسطح الأرض وبالتـالي يختلـف معـدل النقص في درجـة الحرارة بالارتفاع من مكان لآخر . والاختلاف في كمية بخار الماء تؤثر على قيمة الضغط الجوي بالارتفاع . حيث أن الهواء المحمل ببخار الماء تكون كثافته أقل من الهواء الجاف الثقيل إلا أن تأثير بخار الماء على قيمة الضـغط هـو تـأثير طفيـف بـالنظر إلى قلـة كثافة البخار بالنسبة لكثافة مخلوط مكونات الهواء الأخرى . والاختلاف في قيمة الجاذبية الأرضـية من مكـان لآخـر كـل ذلـك يـؤثر على قيمة الضغط الجوى مع الارتفاع .

وينشأ عن الاختلاف في قيمة الضغط الجوى رأسياً قوة منحدر ضغط ، وهذه يمكن أن تتزن مع قـوة الجاذبيـة الأرضـية. أمـا إذا لم تتزن القوتان فإن محصلتهما هو تولد تياراً هوائياً صاعدرا أو هابطا . إلا أنه يجب أن ننوه إلى أن حركـة الهـواء بفعـل اختلاف قيمـة الضغط الجوى من مكان إلى آخر في المستويات الأفقية تكون أكبر بكثير جداً منها في المستويات الرأسية .

فالحركة الرأسية تشمل ارتفاعات صغيرة ، أما الحركة الأفقية تشمل سطح الأرض بالكامل .

ولا يستطيع الإنسان أن يرتفع في الجو كما يحلو له قبل أن يتخذ الاحتياطـات اللازمـة ، فهـو أن يجـد كفايتـه من الأكسـجين اللازم لتنفسه مما يسبب الشعور بالضيق والاختناق ، وضرب الله سبحانه وتعالى مثالاً لذلك في القرآن الكـريم بقولـه تعـالى في سـورة الأنعام : " ومن يرد أن يضله يجعل صدره ضيقاً خرجاً كانما يصعد في السماء " .

وإذا واصل الإنسان صعوده يصبح ضغط الدم داخل شرايينه أعلى من الضغط الجوي الخارجي مما يؤدى إلى انفجار هذه الشرايين وخروج الدم من الأنف والأغشية الضعيفة في الجسم ثم الإصابة بالإغماء والموت خلال نصف دقيقة، ويمكن تقدير متوسط تناقص قيمة الضغط الجوي بالارتفاع كما يلي :-

يقل الضغط الجوى بمعدل 1 مللبيار كل ١٠ متر من سطح الأرض حتى ارتفاع 3 كم .

يقل الضغط الجوى بمعدل ٠.7 مللبيار كل ١٠ متر من ارتفاع 3 كم حتى ارتفاع 6 كم .

يقل الضغط الجوي بمعدل ٠.6 مللبيار كل ١٠ متر من ارتفاع 1 كم حتى ارتفاع 9 كم .

يقل الضغط الجوى بمعدل ٠.4 مللبيار كل ١٠ متر من ارتفاع 9 كم حتى ارتفاع 12 كم .

يقل الضغط الجوى بمعدل ٠.2 مثليبار كل ١٠ متر من ارتفاع 12 كم حتى ارتفاع 15 كم .

يقل الضغط الجوى بمعدل ٠.1مللبيار كل ١٠ متر من ارتفاع 15 كم
حتى ارتفاع 18 كم ..

معدل الإنخفاض في الضغط
الارتفاع
٠,1مللبيار / ١٠ متر
18كم
2ر٠ مللبيار / ١٠ متر
15 كم
٠.4 مللببار / ١٠ متر
12كم
٠.6 مللبيار / ١٠ متر
أكم
7ر٠ مللبيار / ١٠ متر
كم
ا مللبيار / ١٠ متر
كم
مستوى سطح البحر

معدل تناقص الضغط الجوى مع الارتفاع عن مستوى سطح البحر .

التغير اليومي لقيمة الضغط الجوى :

يصعب تمييز الذبذبات اليومية لقيمة الضغط الجوى نظراً لتأثرها بحركة الارتفاعات والانخفاضـات الجويـة المـارة بالمنطقـة إلا أنـه بوجه عام يمكن تمييز ذبذبتين يوميا حيث تبلغ قيمة الضغط الجوى نهايتها العظمى في الساعتين العاشرة صـباحا والواحـدة مسـاء بالتوقيت المحلى الجمهورية مصر العربية . كما تبلغ قيمة الضغط الجوى نهايتها الصغري في الساعتين الرابعة صباحاً ، والسادسـة مساء ..

الارتفاع والانخفاض الجوى :

بعد كل من الارتفاع والانخفاض الجوى من أوضح واهم التوزيعـات الجويـة على خريطـة الطقس ويمكن توضـيح مميزاتهـا كمـا في الجدول الآتي:

الانخفاض الجوى Low
الارتفاع الجوى High
هو توزيع جوى يعطى مساحة شاسعة ٢٠٠ كيلومتر .
من سطح الأرض يتراوح قطرها بين ٢٠٠ إلى
يحدث في منطقته انخفاض كبير في قيمة الضغط بالنسبة لما يجاوره من مناطق
يحدث في منطقته ارتفاع كبير في قيمة الضغط بالنسبة أما يجاوره من مناطق
يتحرك الانخفاض الجوي من الغرب إلى الشرق في نصف الكرة الأرضية الشمالي وتبلغ سرعته في الشتاء ضعفها في الصيف وعند انتقال الانخفاض الجوى حالات الطقس الملازمة له " حالات الطقس الملازمة له . شار متوسط سرعته ٣٠ كم / ساعة
يتحرك الارتفاع الجوى مثل حركة الانخفاض الجوي وإن كان في الإمكان تغييره الإتجاهه أو عودته إلى حيث أتى . وعند انتقال الارتفاع الجوى تنتقل
يصاحب الانخفاض الجوى خاصة المركز صعود الهواء من الطبقات السفلى وتجمعه في الطبقات العليا، ولما كان صعود الهواء يعنى تعدده مما يخفض درجة حرارته ذاتيا لذا تعمل ظاهرة التجمع على نشأة السحب وسقوط الأمطار، أي عدم استقرار الجو والطقس السيئ بوجه عام.
يصاحب الارتفاع الجوى خاصة عند المركز هبوط الهواء من الطبقات العليا وتفرقه في الطبقات السطحية، ولما كان هبوط الهواء يعنى تضاغطه مما يرفع درجة حرارته ذاتيا. لذا تعمل ظاهرة تعرق الهواء على تدفئة الجو قرب السطح، أي استقرار الجو والطقس الجيد بوجه عام.
ه خطوط الضغط المتساوي الممثلة له تظهر دائرية أو بيضاوية الشكل
خطوط الضغط المتساوي والممثلة له تظهر غير منتظمة الشكل ومتباعدة عن بعضها خاصة عند المركز .
الارتفاع الجوى High
الانخفاض الجوى Low
تقل قيمة الضغط الجوي كلما اتجهنا نحر المركز وتزداد كلما اتجهنا نحو الأطراف ويتفاوت الانخفاض الجرى في عمله (انخفاض عند مركزه) فقد يصل أحيانا إلى 925 مليبار - ولا يدل عمق الانخفاض الجوي على شدته الارتباط ذلك بتدرج قيمة الضغط .
تزداد قيمة الضغط الجوي كلما اتجهنا نحو المركز ويتفاوت الارتفاع الجوي في ارتفاع الضغط عند مركزه وتتوقف شدته على تدرج قيمة الضغط .
لا يميل الانخفاض الجوى البقاء فوق المناطق الساخنة ولذا فهو يتحرك فوق القارات صيفاً وفوق المحيطات شتاء
يميل الارتفاع الجوى للبقاء فوق المناطق الباردة ولذا فهو يتحرك فوق القارات شتاء وفرق المحيطات صيفاً ..
أنواع الانخفاضات والارتفاعات الجوية
انخفاض جوى دائم :
ارتفاع جوى دائم :
يتكون فوق منطقة معينة لا يغادرها طول العام مثل الإنخفاض الجوى عند القطبين الشمالي والجنوبي
يتكون طول العام حول خط عرض ٣٠ شمالا وجنوبا فوق المحيطات بالقرب من مسار التيارات المائية الباردة المتحركة نحو خط الاستواء مثال ارتفاع المحيط الهندي (شرق مدغشقر) وارتفاع المحيط الأطلنطي غرب أسبانيا) وارتفاع المحيط الباسفيكي (عرب كاليفورنيا)
ب انخفاض جوى شبه دائم :
ارتفاع جوى شبه دائم :
يتكون في منطقة معينة في فصل معين ويختفي في غيره مثل انخفاض استراليا وانخفاض الهند وانخفاض جنوب أمريكا وكلها تظهر صيفا وتختفى شتاء
يتكون في منطقة معينة في فصل معين ويختفى في غيره مثل ارتفاع سيبيريا وارتفاع كلنا وارتفاع جنوب أفريقيا وكلها تظهر فوق اليابسة شتاء وتختفى صيفا
الانخفاض الجوى Low
انخفاض جوى متحرك :
الارتفاع الجوى High
ارتفاع جوي متحرك :
هذا الإنخاض بظهر صغيراً ثم يتعمق وينخفض الضغط. مركزة بالتدريج) وتتسع رقعته ثم يضعف بعد ذلك ويتلاشى هذا الارتفاع يظهر صغيرا ثم يزداد الضغط عند مركزه وتتسع رقعته ثم يضعف بعد ذلك ويتلاشى .
ومن أمثلة هذا النوع :
الانخفاض الجوى الحراري. وينشأ عن اختلاف طبيعة السطح (اليابس والماء) إختلاف في شدة التسخين وبالتالي اختلاف في درجة حرارة الكتل الهوائية الملامسة ولذا تكون الظروف مواتية لظهور
الارتفاع الجوى الحراري، وينشأ عن اختلاف طبيعة السطح (اليابس والماء) اختلاف في شدة التسخين وبالتالي تكون الظروف مواتية لظهور الارتفاع الجوى الحرارى فوق اليابسة شتاء .
الانخفاض الجوي الحراري فوق اليابسة صيفاً .
الانخفاض الجوى الثانوي، وهو يتشكل
عقب الانخفاض الجوى السابق إذا هيت كتلة هواء باردة على الانخفاض الجري قبل أن ينتهى تماما فتعيد إليه نشاطه بسرعة دون الحاجة إلى مرحلة التولد الأولى ..
الانخفاض الجوى أو الجبهات، سياتي شرحه فيما بعد
الانخفاض الجوي الاستوائي، ويتكون مع
الأعاصير الاستوائية .

الانخفاض الجوى ذو الجبهات :
قام العالم بيركنز Bjerkens بتفسير تكون الانخفاض الجوي ذو الجبهات
كما يلي :-
أولا : مرحلة التولد :
1- في هذه المرحلة تتقابل كتلة هوائية باردة مع كتلة هوائية ساخنة وحيث أن حركة الكتلتين في اتجاهين متضادين لذا يعرف السطح
الوهمي بينهما باسم الجبهة الساكنة .
يحدث على هذه الجبهة اضطراب موجي بسبب ذلك الاختلاف الكامل بين خواص الكتلتين ويتولد نتوء عند سطح الجبهة يصحبه

تخلخل وانخفاض في قيمة الضغط الجوى .
يزداد انخفاض الضغط تدريجيا ويتسع النتوء ويحيط الهواء البارد بالهواء الساخن ليرفعه إلى أعلى مما يتيح الفرصة لظهور السحب وعندئذ يبدو واضحاً تكون جبهة باردة في الجانب الغربي من النتوء) نتيجة سيطرة الهواء البارد وارتقائه للهواء الساخن) كما تظهر جبهة ساخنة في الجانب الشرقي من النتوء) نتيجة إزاحة الهواء الساخن للهواء البارد) . وتنتقى الجبهتان عند مركز النتوء وبذلك يتكون الانخفاض الجوى ذو الجبهات .
ثانياً : مرحلة التحرك :
في هذه المرحلة يبدأ الإنخفاض الجوى ذو الجبهات في التحرك في إتجاه الرياح في القطاع الحار ويكون ذلك من الغرب إلى الشرق في نصف الكرة الشمالي ، وكلما تقدم الإنخفاض الجوى كلما دفع الهواء البارد في المؤخرة ما يوجد أمامه من هواء ساخن) أي أن الجبهة الباردة تكون أسرع في حركتها من الجبهة الساخنة) ولا يجد الهواء الساخن امامه سوى الهروب إلى أعلى فوق الجبهتين وبالتالي يتناقص القطاع الحار شيئا فشيئاً ..
ثالثا : مرحلة الاتحاد :
في هذه المرحلة تلحق الجبهة الباردة بالجبهة الساخنة وتتحد معها ابتداء من المركز ثم يمتد الاتحاد بعد ذلك بعيداً عنه ويتبع ذلك تناقص للقطاع الحار بدرجة كبيرة وازدياد تعمق الانخفاض) أي انخفاض قيمة الضغط الجوى عند المركز ووصولها إلى أقل قيمة ممكنة لها) والتقاء الهواء البارد الذي كان موجودا أمام الجبهة الساخنة بالهواء البارد الذي كان موجوداً خلف الجبهة الساخنة مع ملاحظة اختلافها النسبي في درجة الحرارة نظراً لاختلاف الظروف التي تعرض لها كل منهما ، ولذا تظهر جبهة متحدة باردة إذا دفع (الهواء الأبرد (الهواء البارد أمامه . بينما تظهر جبهة متحدة ساخنة إذا دفع الهواء البارد الهواء الأبرد أمامه .

الباب السادس الرياح
الرياح WIND
من بديهيات علم الأرصاد أن هناك ارتباطاً وثيقاً بين العناصر الجوية بعضها ببعض ، فالرياح كعنصر من العناصر الجوية ترتبط بتوزيع الضغط الجوى على سطح الأرض. وهذا بدوره يرتبط بتوزيع درجة حرارة الهواء في الطبقة السطحية التي تؤثر على كثافة الهواء وبالتالي ضغطه أو وزنه .
ومن ناحية أخرى تقوم الرياح بدور فعال في توزيع الحرارة والرطوبة على سطح الأرض من المناطق الساخنة إلى المناطق الباردة ومن طبقات الجو السفلى إلى طبقات الجو العليا، وبذلك يحدث التوازن الحراري على سطح الأرض، ولذلك ليس من قبيل المبالغة القول بأن تفهم حركة الرياح هو مفتاح علم الظواهر الجوية) .
فالرياح في الهواء المتحرك، ويتحرك الهواء بسبب اختلافات أو فروق الضغط الجوى. وتأتي فروق الضغط الجوى من اختلافات أو فروق درجات الحرارة التي تؤثر على الكثافة، وتأتي إختلافات درجات الحرارة كما سبق ذكرها من :-
اختلافات توزيع الطاقة الشمسية على سطح الأرض .
اختلافات زاوية سقوط الأشعة على سطح الأرض .
اختلاف طبيعة سطح الأرض وتوزيع اليابس والماء .
فالهواء يتحرك من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض . والمعروف أن الشمس عندما ترسل أشعتها على سطح الأرض ترتفع حرارة اليابس وتصل درجة حرارته إلى درجات أكبر بكثير من درجات حرارة الأسطح المائية. وبذلك يصير الهواء الذي يعلو اليابسة أسخن من الهواء الملاس للأسطح المائية ، والمعروف أن الهواء عندما ترتفع درجة حرارته يتمدد (أي يزداد في الحجم (وبالتالي نقل كثافته كثيرا بازدياد المساقات البيئية التي تفصل بين جزيئاته، أما الهواء البارد فهو كثيف نسبياً إذ تتكدس فيه الجزيئات بجوار بعضها مع تقليل المسافات البينية بينها ، وهكذا يوجد فرق في الضغط الجوى (يتناسب الضغط تناسبا طرديا مع الكثافة وتناسبا عكسياً مع درجة الحرارة (إذ يصبح الهواء البارد أكبر ضغطاً من الهواء الساخن ، وتحت تأثير فروق الضغط هذه يعرف الفرق بين منطقتين متجاورتين مختلفتين في الضغط باسم إنحدار الضغط فيندفع الهواء ويتحرك في صورة رياح . فالرياح إذا هي عبارة عن الحركة الأفقية للهواء ما بين مكانين مختلفين في الضغط الجوى ..
فإذا مددنا أيدينا فوق مدفأة فسوف تشعر بصعود هواء ساخن لأن المدفأة تقوم بتسخين الهواء ويصعد الهواء الساخن لأنه أخف وزناً من الهواء البارد الذي يحيط به. وفي أثناء صعود الهواء الساخن يتحرك الهواء الأبرد ليحل محله. وهذا هو الشيء نفسه الذي يحدث في الغلاف الجوى، وتقوم الحرارة المنبعثة من الشمس بتسخين الأرض وتقوم الأرض بدورها بتسخين الهواء الذي يعلوها وعندئذ يصعد الهواء الساخن إلى أعلى ويحل محله الهواء البارد وينتج عن تحركات الهواء هذه الرياح ..
العوامل التي تؤثر على اتجاه الرياح وسرعتها :
دوران الأرض حول نفسها سرعة دوران الأرض حول نفسها من أهم العوامل التي تؤثر على إتجاه الرياح وهي في الحقيقة ليست قوة بالمعنى المفهوم، ولكنها تأثير ناتج عن حركة الأرض وحركة الهواء بالنسبة لهذه الحركة. وهذه القوة تحرك كل الرياح في نصف الكرة الشمالي إلى اليمين ، وفى نصف الكرة الجنوبي إلى اليسار، وعند خط الاستواء
١٠6
يكون تأثيرها صفر ويزداد تدريجيا كلما اتجهنا للأقطاب وهي تؤثر بزاوية مقدارها ٩٠ درجة على الاتجاه الأفقي للرياح ، وتتناسب طردياً مع السرعة الأفقية للرياح على الرغم من أن سرعة الرياح لا تتأثر بهذه القوة .
١٠ الاحتكاك بسطح الأرض . تتاثر الرياح من حيث السرعة والاتجاه بالاحتكاك بالسطح والطوبوغرافية ودوامات الهواء في المستويات السفلى ولكن هذه التأثيرات لا تتعدى عادة ارتفاع قدره
قوة فروق الضغط. وتتولد نتيجة فرق الضغط بين نقطتين يتولد عنها الحركة الأولية للرياح من الضغط المرتفع إلى الضغط المنخفض والتي تتناسب في سرعتها مع هذه القوة التي هي عبارة عن منحدر الضغط .
متر ، والاحتكاك السطحي يقلل من سرعة الرياح ونتيجة لذلك يتحرك الهواء متخللا خطوط الضغط المرتفع إلى الضغط المنخفض ، وتسمى الرياح باتجاهها (أي الاتجاه التي تهب منه وليس الإتجاه الذي تندفع إليه ، فالرياح المندفعة في الاتجاه الشمال الشرقي مثلا تكون رياح جنوبية غربية .
الدورة العامة للرياح
قبل أن تتكلم عن الدورة العامة للرياح لابد من ذكر احزمة الضغط على سطح الكرة الأرضية الارتباط الرياح بالضغط الجوي كما سبق ذكره . ولذلك نجد أن الضغط الجوى ينقسم على سطح الأرض إلى الأحزمة المبينة بالشكل الآتي :-
108 شكل
وتتلخص فكرة الدورة العامة للرياح فيما يلي :-
من منطقة الضغط العالي في ركاب الخيل إلى منطقة الركود تهب الرياح التجارية وهى شمالية شرقية في نصف الكرة الشمالي وجنوبية شرقية في نصف الكرة الجنوبي ، وسميت تجارية لهبوبها وثبوتها على المحيطات ولا يتغير اتجاهها إلا نادراً. وهي تهب من مناطق باردة نسبيا إلى مناطق ساخنة نسبياً لأنها تقترب من خط الاستواء . وهذه الرياح تكون جافة ولذلك تكثر في مناطق هبوبها الصحاري مثل

الصحراء الكبرى وصحراء العرب .
تهب من مناطق الضغط العالي عند القطبين (الطاقية القطبية) رياحشرقية اسمها الشرقيات القطبية وهذه الرياح هي أبرد رياح على الأرض ، وتهب إلى المناطق المعتدلة أو خطوط العرض المتوسطة حيث تتولد الانخفاضات الجوية العرضية ، وهي لا تتوك إلا في العروض الوسطى ولذلك فإن العروض الوسطى تعتبر منطقة ضغط
خفيف نسبياً بسبب مرور الانخفاضات الجوية العرضية بها .
تهب الرياح الغربية من مناطق ركاب الخيل إلى العروض الوسطى وتسمى غربيات سائدة وهى رياح ممطرة لأنها تهب من مناطق ساخنة نسبياً إلى مناطق أبرد ، وهناك سطح وهمي يفصل بين الشرقيات القطبية والغربيات السائدة. هذا السطح يعرف باسم الجبهة القطبية
وعليها تتكون الانخفاضات العرضية. وأول من اكتشف هذه الحقيقة هو عالم الرصد الجوى بركن " الترويجي، وفي المحيط الأطلنطي للدفع الغربيات السائدة ومعها تيار الخليج الدافيء الذي يحمل الدفء إلى شواطئ غرب أوروبا حتى خط عرض ٨٠ شمالا ، وتتحرك منطقة الغربيات السائدة أيضاً صوب الشمال أو الجنوب تبعاً لحركة الشمس الظاهرية، ولهذا فهي في فصل الشتاء تغمر منطقة البحر الأبيض المتوسط وتصيبه بأمطار شتوية .
وعندما ترسم قطاعاً رأسيا للدورة العامة للرياح تجدها تتكون من ثلاث خلايا
رئيسية :-
تلتقى الرياح التجارية عند خط الاستواء فترتفع إلى أعلى عند خط الاستواء ثم يعود الهواء فيهبط عند ركاب الخيل وهذه هي الخلية الأولى.
الرياح الغربيات السائدة تلتقى مع الشرقيات القطبية عند خط عرض ٦٠ شمالاً وجنوباً فيصعد الهواء مرة أخرى ليكون الخلية الثانية .
يهبط الهواء عند القطبين ليصعد عند خطى عرض ٦٠ شمالاً وجنوباً
وهذه هي الخلية الثالثة .
وحيث يصعد الهواء يبرد ذاتياً وحيث يهبط يسخن ذاتياً ، فيصاحب الصعود سقوط الأمطار وتكوين الغابات الاستوائية عند خط الاستواء والغابات الصنوبرية عند خط عرض ٦٠ شمالا وجنوبا ، وحيث يهبط تتكون الصحاري كما في شمال إفريقيا أو الصحاري الجليدية عند القطبين .
الجبهات
الجبهة هي منطقة النقاء كتلتين هوائيتين مختلفتين إحداهما ساخنة والأخرى باردة ، وهاتين الكتلتين تبقيان كوحدتين غير مندمجتين مع بعضهما ومحتفظتين بالمزايا والصفات الخاصة لكل منهما ، وكلما كان ألاختلاف كبيراً بين الكتلتين حدثت اضطرابات جوية كبيرة .
الجبهة القطبية وتولد الانخفاضات العرضية :
تعرف الجبهة القطبية بأنها السطح الوهمي الذي يفصل بين الغربيات السائدة عن الشرقيات القطبية . والغربيات السائدة هي رياح ساخنة نسبيا والشرقيات القطبية هي رياح باردة ، ولهذا يحدث نتيجة التقائهما ما يسمى بالانخفاضات العرضية، وتعرف الانخفاضات العرضية بأنها عبارة عن جزء من الجو ينخفض فيه الضغط الجوى انخفاضا كبيراً فيحدث ذينية في الضغط كثيراً ما تفوق سعتها سعة التغيرات السنوية إذ قد يصل إلى ٥٠ ملليبار في اليوم الواحد ، والانخفاض لا يثبت بعد تكوينه في مكان واحد إلا نادراً وتحت ظروف خاصة . وفي العادة أنه يسير من الغرب إلى الشرق (في نصف الكرة الشمالي وتصحبه أثناء سيرة سلسلة من التقلبات الجوية التي تتكرر في كل مكان بتكرار مرور هذه المنخفضات .
وفيما يلى عرض لنظرية الجبهة القطبية :
1- تبدأ النظرية بسطح مستوى يفصل بين الشرقيات القطبية الباردة والغربيات السائدة الساخنة نسبيا .
يتدفع الهواء الساخن داخل التيار البارد في صورة نتوء لا يلبث أن ينمو مكوناً القطاع الساخن (أي النتوء من الهواء الساخن المتجمع داخل
الهواء البارد نسبيا) .
تلتوى الجبهة الفاصلة بين الكتلتين في صورة موجه ويسمى الجزء الأمامي من الجبهة بالجبهة الساخنة والجزء الخلفي من الجبهة بالجبهة الباردة، ونقطة التقائهما هي مركز الإنخفاض ويظهر الإنخفاض الجوى العرضي .
يتحرك مركز الانخفاض غالبا في اتجاه الرياح داخل القطاع الساخن المتجه نحو الشمال الشرقي تقريبا . ذلك مالم يؤثر عليه عوامل أخرى مثل :-
(1) تواجده ضمن دورة أعم من الرياح حول انخفاض آخر أقوى وأنشط
فينجرف (مركز الانخفاض) حول هذا الأخير .

ب اعتراض الهضاب أو تيارات الهواء القطبية له .
ه لسير الجبهة البارد بسرعة أكبر من الجبهة الساخنة فتملأ الجيب المتكون تدريجيا حتى تنتهى معالم الانخفاض الجوى ويقال أنه قد امتلأ ثم تتكرر هذه العملية باستمرار .
الجبهة الساخنة :
تتكون عندما تندفع كتلة من الهواء الساخن نحو كتلة من الهواء البارد وتلحق بها . مما يؤدى إلى ارتفاع الهواء الساخن تدريجيا فوق الهواء البارد أعلى الجبهة الساخنة إلى ارتفاع 6 كم تقريبا مكوناً السحب منها السمحاق الذي هو عبارة عن بللورات ثلجية تتكون في السحب العالية .
ويعقب ذلك سحب متوسطة على ارتفاع : كم منها الطبقي المتوسط وهي سحب قليل ما يتساقط منها المطر. وإذا كان الهواء الساخن رطباً تتكون السحب المنخفضة الممطرة المعروفة بالسحب الركامية ، أما إذا كان الهواء الساخن قادما من الصحاري كما هو الحال في البلاد العربية
فإن السحب الممطرة لا تتكون ..
الجبهة الباردة :
تتكون عندما تتدفق كتلة من الهواء البارد نحو كتلة من الهواء الساخن نسبياً . وعندئذ يمتد الهواء البارد حاملاً الهواء الساخن لأعلى تدريجياً . ويظهر في مقدمة الجبهة الباردة سحاب طبقي ركامي متوسط وهو على هيئة كتل. ويعقب ذلك أيضاً المزن الركامي وهي سحب تنمو في الإتجاه الرأسي إلى ارتفاع نحو 4 كم وهي الوحيدة التي تجود بالبرد وهي التي تعطى الزخات .
جبهة الامتلاء :
وهي ترمز إلى الحالة التي تنطبق فيها أجزاء الجبهة الباردة القريبة من المركز بأجزاء الجبهة الساخنة. ويمتد هذا الانطباق تدريجيا كلما

انكشف مساحة القطاع الساخن مكونا جبهة الامتلاء ، ولا تزال هذه الأخيرة تمتد حتى يختفي القطاع الساخن وبذلك يتم رفع

الهواء الساخن إلى أعلى ويختفى القطاع الساخن بحلول الهواء البارد مكانه ويصحب هذه الظاهرة في العادة المطر المتواصل .
الدورات الهوائية المحلية
يتكون في بعض الأماكن دورات هوائية محلية نتيجة لاختلاف طبيعة سطحالأرض ومن أهم هذه الدورات الهوائية المحلية ما يأتي :-
1) تسيم البر والبحر :
تتكون في شواطئ البحار والأنهار والبحيرات دورة هوائية محليـة يسـبب اختلاف درجـة الحـرارة بين اليابسـة والسـطوح المائيـة ، وتعكس هذه الدورة الهوائية اتجاهها فيما بين الليل والنهار مسببة حدوث
ما يسمى بنسيم البر ونسيم البحر .
1- نسيم البر : يحدث ليلا عندما يبرد سطح الأرض (الشواطئ) أكثر من
الأسطح المائية المجاورة فيتكون لذلك كتلة هوائية تكون كثافتها أقل من كثافة الهواء فوق الشواطئ وينتج عن ذلـك دورة هوائيـة محلية تتجه من انشاطي صوب البحر تعرف بنسيم البر ، وهو عادة رياح خفيفة أو معتدلة. وتزداد شدة نسيم البر عادة في النصف الأخير من الليل والصباح الباكر ويصاحب هذه الدورة تشكل السحب المنخفضة على السطوح المائيـة قـرب الشـواطئ في الليـل المتأخر وفي الصباح الباكر .
نسيم البحر : ويحدث نهاراً عندما يسخن سطح الأرض أكثر من السطوح المائية المجاورة وتقل بالتالي كثافـة الهـواء فـوق الأرض وينتج من ذلك أن يرتفع الهواء فوق الأرض إلى أعلى ليحل محله هـواء بـارد قـادم من البحـر، وتتكـون دورة هوائيـة محليـة تعـرف بنسيم البحر .
113
ويتعمق نسيم البحر داخل الأراضي المجاورة مسافات متباينة قد تصل أحياناً إلى 3 ـ 4 كم ويعمل نسيم البحر على تلطيف درجة حرارة الشواطئ خاصة في فصل الصيف وقد يسبب تشكيل بعض السحب على الشواطئ، ويبدأ نسيم البحر نشـاطه بعـد الظهـر عادة عندما يزداد الفرق بين درجتى حرارة الهواء السطحي فوق الأرض والبحر ، وقد يهب فجأة خاصة في الأيام الصافية السـاكنة الهواء وتزداد سرعته وفق ازدياد الفرق بين درجتي حرارة الهواء فوق الأسطح المانية وفوق الأرض المجاورة وقد تصل أحيانـا إلى ٢٠ عقدة.
C
(شكل (34) نسيم البر ونسيم البحر
الرياح السطحية الصاعدة والهابطة
Anabatic and Katabatic winds
ب)
تختلف درجة حرارة الهواء الملامس السفوح الجبال أو التلال عن درجة حرارة الهواء البعيد عن هذه السطوح وعلى نفس الارتفاع من سطح الأرض
114
وينتج عن ذلك دورات هوائية محلية تعكس إتجاهها بين الليل والنهار مسببة ما يعـرف باسـم الريـاح السـطحية أو الجبليـة الهابطـة والصاعدة .
الرياح الصاعدة Anabatic winds
تحدث نهاراً عندما يسخن سطح الجبال أو التلال بفعل حرارة الشمس أكثر من الهواء البعيد فتخف كثافته ويصـل إلى أعلى الجبـل ويتكون نتيجة لذلك دورة هوائية محلية صاعدة الجبل تسمى رياح الأناباتيك وهي عادة خفيفة .
الرياح السطحية الهابطة Katabatic winds
وتحدث ليلا عندما يبرد الهواء الملامس لسطوح أو سفوح المرتفعات أكثر من الهواء البعيد عن تلك السطوح فتزداد كثافته ويهبـط من أعلى إلى أسفل أي من أعلى السفوح والمرتفعات إلى الوديان ويتكون نتيجة لذلك دورة هوائية محلية تتجه من أعلى السفوح والجبال إلى أسفل صوب الوديان تسمى الرياح الكاتاباتيك. ويلاحظ أن الجبال المغطاة بالثلوج تسبب هبوب هذه الرياح ليلا ونهـارا لأن درجة حرارة الثلج تكون عادة أقل من درجة حرارة الهـواء البعيـد عن هـذه السـطوح، وتـزداد شـدتها ليلا. ومن الرياحالهابطـة المشهورة في حوض البحر الأبيض المتوسط " رياح البورا " والتي تهب على الساحل الشرقي لبحر الأدرياتيـك هابطـة من أعـالي الجبال في غرب يوغوسلافيا .
ج) النكباء والشاهقات المائية Tornado and water spoute
هي نوع من الأعاصير الشديدة التي لا يزيد قدرها عن نصف كيلومتر ولهذا لا تظهر على خرائط الطقس وتتميز بإنخفـاض الضـغط الجوي الشديد في مركزها مما يترتب عليه ازدياد قوة تدرج الضغط وبالتالي شدة الرياح المصاحبة لها. وتظهر هذه الأعاصـير على شكل دوامات هوائية عنيفة جداً مصاحبة لسحب الركام المزني الشاهقة وكثـيراً مـا تشـاهد هـذه السـحب الجبليـة وقـد تـدلى من قاعدتها قمع من السحاب يتجه برأسـه إلى أسـفل في اتجـاه رأسـي أو مائـل لينتقى بسـطح الأرض ، ويسـمى هـذا القمـع أحيانـاً بالسحب القمعية Funnel Clouds أو سحب النكباء Tornado ، وظهـور هـذه السـحب دليـل على عـدم الاسـتقرار الشـديد بهـا وتختلف تسمية الأعاصير بإختلاف طبيعة السطح الذي يتحرك فوقه ، فإن تكونت فوق سطح يابس سـميت بالنكبـاء وتتمـيز بشـدة الرياح السطحية المصاحبة لها والتي قد تصل إلى ٢٠٠ عقدة كما يكبر حجم القمع الذي يبلغ قطره الملاصق لقاعدة سحب الركام المزني مئات الأمتار . وتكثر هذه الأعاصير في حوض الميسيسيبي والميسوزي بأمريكا وكذلك بإستراليا .
(شكل 35) النكباء والشاهقات المائية ..
أما إذا تكونت فوق سطح ماني فوق البحار أو المحيطات تسمى بالشـاهقات المائيـة Water spoute وتتمـيز الشـاهقات المائيـة بأنها أقل شدة من النكباء وأصغر حجماً حيث لا يزيد قطر قمعها الملتصق بقاعدة السحب عن عشـرة أمتـار عـادة ويسـبب التقـاء رأسي القمع بسطح البحر إضطرابا عنيفا بسطحه وصعود رشاش البحر بشدة والتحامه بالقمع فيبدو للنـاظر كأنـه نـافورة مندفعـة من البحر .
ويعتبر إعصار بالسيراى " الذي ضرب مدغشقر في الثاني عشر من فبراير 22·2م من أسوا الأعاصير حيث تسبب في تشـريد مـا يقرب من 135 ألف شخص وهدم كثير من المنازل ووصلت سرعة الرياح في هـذا الإعصـار 165 كيلومـتر / سـاعة وأنت الأمطـار المصاحبة إلى فصل
بعض الأماكن عن بعضها البعض .
الظواهر الجوية المصاحبة للرياح
العواصف الترابية أو الرملية :
تعمل الرياح السطحية عند هبوبها على سطح الأرض المغطى بالأتربة أو الرمال الغير متماسـكة على ذر الأتربـة والرمـال ورفعهـا في الجو وحملها معها أثناء مساراتها المختلفة، وتتوقف كمية الأتربة أو الرمال المثارة أو
المحمولة ومدى انتشارها في الجو على عدة عوامل منها :-
سرعة الرياح. فكلما زادت سرعة الرياح السطحية زادت قدرتها على
إثارة الأتربة والرمال .

حجم ذرات وحبيبات الأتربة والرمال ، فكلما كانت صغيرة الحجم سهل إثارتها وحملها .
- استقرار الجو ، ففي الجو المستقر تتركز الأتربة والرمال المثارة في الطبقات السطحية القريبة من سطح الأرض ، أما في الحالات الغير مستقرة فإنها تنتشر إلى ارتفاعات كبيرة بفعل التيارات التصاعدية الشديدة كما أنها
تحمل المسافات بعيدة .
وتتدهور مدى الرؤية الأفقية بسبب انتشار الأتربة والرمال في الجو إلا أن علماء الأرصاد أمكنهم تعريف هذه الظواهر الجوية بمدى الرؤية الأفقية . ففي العواصف الترابية أو الرملية يقل مدى الرؤية الأفقية عن ١٠٠٠ متر ، بينما يكون مدى الرؤية الأفقية ١٠٠٠ متر أو أكثر في الرمال أو الأنتربة المثارة ..
وتهب العواصف الترابية أو الرملية في مقدمة الجبهات الباردة تكتسح المناطق الأرضية والصحراوية كما هو الحال في رياح الخماسين التي تحدث خلال الربيع في جمهورية مصر العربية بينما تثار الأتربة والرمال بفعل از دياد الرياح السطحية .
الدوامات الترابية أو الرملية Dust, Sand whirls
وتحدث هذه الظاهرة فوق المناطق الترابية أو الرملية وعلى الأخص الصحراوية وتعرف باسم الشيطان الأغبر Dust devil أحياناً ، وهي أعمدة من أتربة أو رمال يتصاعد فيها الأتربة أو الرمال في حركات لولبية قوية على ارتفاع ٥٠٠ متر أو أكثر فيمتلىء العمود بأوراق الشجر وقطع الورق مع الأتربة ، وهذه الدوامة الهوائية قوية بدرجة أنها تنتزع الخيام أو تقتلع النباتات والأشجار الصغيرة. وتنشأ عادة من تفاوت تسخين سطح الأرض والطبقات السطحية وحدوث عدم الإستقرار المحلى سرعان ما يتشكل في دوامة ترفع الرمال والأتربة والأوراق إلى أعلى في شكل لولبي وفي عمود يبلغ قطره أحياناً حوالي ١٠ متر وتظهر بوضوح هذه الدوامات أحيانا في بعض شوارع المدن وفق عدم استقرار الهواء المحلى في هذه الأماكن .
العجاج Haze
العجاج هو ظاهرة جوية تنتشر فيها ذرات دقيقة جداً من الشوائب العالقة في الهواء والتي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة مثل الأتربة والرمال ونوايا التكاثف الملحية التي ينشرها رشاش البحر أو نواتج الاحتراق الصلبة . ويؤثر العجاج على تدهور مدى الرؤية ولكنه لا يقل عن ١٠٠٠ متر وإذا قل مدى الرؤية عن ١٠٠٠ متر سمى عجاج كثيف Thick Haze ويؤثر العجاج على الألوان فتبدو خلاله الأجسام البراقة أو المضاءة كان لونها أصفر كما تبدو الأجسام القائمة زرقاء اللون .
ويحدث العجاج فوق اليابسة من الغروب وأثناء الليل وفي الصباح الباكر عندما تسكن الرياح وتتوقف تيارات الحمل الرأسية ، فتتراكم الشوائب في الطبقات الهوائية المستقرة ، ويمكن تمييز العجاج من الشابورة بقياس الرطوبة النسبية فإذا كانت الرطوبة النسبية أكبر من 40 % اعتبرت الظاهرة " شابورة " أما إذا قلت عن 85% اعتبرت الظاهرة "عجاجا" والرقم 85% ليس رقما فاصلا بينهما ولكنه رقم تقريبي .
الدخان Smoke
ينتشر الدخان في الأماكن الصناعية في صورة سحب سوداء إذا سكنت الرياح سقطت على الأرض وسببت تدهور الرؤية الأفقية ويعمل استقرار الحو على تركيز الدخان قرب سطح الأرض حول المصانع كما تسبب تيارات الحمل على رفعه إلى طبقات الجو العليا ونشره في الجو بعيداً عن المصانع . ونظراً لخطورة الدخان على مدى الرؤية الأفقية وعلى تلوث الجو حول المصانع تم تركيب مداخن عالية بالمصانع وجهزت بأجهزة امتصاص التقليل تأثيره على التلوث ورفع العادم منه إلى الطبقات العالية التي تزيد سرعة الرياح فيها عن الطبقات السطحية. فعلى سبيل المثال عند تركيب أجهزة امتصاص على مداخن شركة الأسمنت بطرة أمكنها احتجاز ٣٠ طن يوميا كانت تنتشر في صورة أتربة من المداخن وتسبب تلوث جو المعادي وطرة. والآن تم إغلاق المصانع داخل الكتل السكنية تماما لزيادة الشوائب
العالقة في الجو والتي أدت إلى ظاهرة الاحتباس الحراري .
الرياح في جمهورية مصر العربية
- رياح تجارية
وهي رياح ذات سرعات متوسطة تهب طوال العام ولا تؤثر على الغطاء النباتي وهي تهب من الشمال والشمال الشرقي
- رياح الخماسين
وهي رياح تهب من الجنوب عبر الصحراء الغربية ولهذا فهي رياح جافة وحارة وقد تصل درجة حرارتها ٤٠ درجة مئوية ، وهذه الرياح محملة بالأتربة والرمال وتهب على مصر في شهرى إبر يل ومايو ، وسميت رياح الخماسين لأن مدى احتمال هبوبه ٥٠ يوما . والخماسين رياح "قبلية" ما بين الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية . ويتكرر هبوبها يتولد أو غزو الانخفاضات الجوية العرضية الصحراوية على مصر خلال الفترة الممتدة من أواخر الشتاء إلى أوائل الصيف . كما أنها كثيراً ما تنشط فتثير الرمال وتملأ الفضاء فتنفذ للعيون وتتراكم في كل مكان ولا يصفو الجو إلا بعد دخول الهواء البارد نسبيا من مناطق البحر المتوسط، ويكون الجو أثناء موسم الخماسين عرضة للتغيرات العنيفة من حيث الحرارة والرطوبة، إذ تبلغ درجة الحرارة أقصاها والرطوبة أدناها وقد تصل إلى حد الجفاف عند هبوب التيار الخماسيني ثم تصل الحرارة أدناها والرطوبة أقصاها بدل على الرياح الشمالية الآتية من البحر المتوسط ومرور المنخفض الجوى. وعادة تكون المدن الساحلية أقل جهات مصر تعرضا لمثل هذه التغيرات .
وتنشأ حالات الخماسين بوجه عام إما نتيجة لنشاط انخفاض السودان الموسمى وتحركه نحو الشمال فيغزو التيار الجنوبي الشرقي الحار الذي بلازم مناطق شرق البحر المتوسط أو بظهور الإنخفاضات الجوية على الصحراء .
ويعقب الخماسين في مصر عادة مرور موجات من الهواء البارد نسبياً تثير العواصف الرملية التي يتبعها أمطار متقطعة قرب الساحل ولكنها لا تلبث أن تتلاشى إن عاجلاً أو أجلاً أمام ظهور حالة جديدة من الخماسين وهكذا تغزو البلاد موجات من الحر والبرد تجعل أهم مميزات موسم الربيع في مصر هذه التقلبات الجوية السريعة فتنتشر بعض الأمراض مثل أمراض الأنف والحنجرة والأنفلونزا ، كما أن الأتربة والتيارات الخماسينية تكون محملة بكثير من الكائنات الحية الدقيقة وتنقلها المسافات بعيدة من قطر لآخر. كما أن هذه الرياح قد تدفع معها بعض الآفات الزراعية مثل الجراد ، وأهم مميزات الجو الذي يسبق الخماسين هي -:
سرعة هبوط الضغط الجوي
ارتفاع درجات الحرارة
تكاثر السحب العالية
ازدياد سرعة الرياح العليا إلى أكثر من ٧٠ كيلومتر في الساعة .
وتؤثر الخماسين كثيرا على المحاصيل الزراعية سواء كانت محاصيل حقلية أو بستانية . فنشاط الرياح في هذه الفترة التي يكون فيها تزهير الأشجار وإتمام عمليات التلقيح والعقد يؤثر سلبا وإيجابا على تلك الأشجار. كما أن ارتفاع درجات الحرارة في موجات متتالية يؤثر على نضج محاصيل الحقل خاصة القمح والشعير ، كما تلعب دورا هاما في نضج محاصيل الطماطم
وغيرها .
برد العجوز
وهي رياح باردة تهب في شهر مارس وتستمر حوالي ثمانية أيام وهي ضارة بالنسبة للنباتات خاصة إذا كانت في مرحلة النمو الأولى أو الإنبات . وهذا ملموس من ناحية تأثيرها على نباتات الطماطم حيث أن بعض أصناف تلك النباتات لا تتحمل الجو البارد والصقيع .

تأثير الرياح على الأرض
تؤثر الرياح على الحياة فوق سطح الأرض تأثيراً قويا وشديداً على جميع أوجه الحياة على سطح الأرض من حيث تكوين التربة الزراعية وكذلك تأثيرها على النبات والحيوان والحشرات النافعة ، وينقسم تأثير الرياح إلى تأثير ميكانيكي وتأثير فسيولوجي ، ويمكن تلخيص كل منهما في النقاط
التالية :
أولا : التأثير الميكانيكي
جرف التربة الزراعية وتعرية جذور النباتات مما يعرضها للعوامل الجوية الضارة خصوصا في الأراضي المستصلحة أو الرملية ..
كسر الأفرع والأوراق وتساقط الأزهار. وهذا يؤدى إلى انخفاض القيمة الإنتاجية للنباتات. وقد تؤدى إلى اقتلاع النباتات أو رقادها .
إعاقة بعض العمليات الزراعية مثل الري بالرش أو التسميد الورقي وكذلك مقاومة الآفات عن طريق الرش أو التدخين بالمبيدات .
تكوين الكثبان الرملية، وفيها قد يتم نقل بعض حبيبات الرمال بواسطة الرياح وترسيبها سواء في المجاري المائية أو ترسيبها على النباتات الصغيرة أو الحولية مما يؤدى إلى موتها .
ه تفتيت الصخور ونقل فتاتها من منطقة إلى أخرى وهذا العامل قد يكون سلبي أو إيجابي طبقاً للمواد المنقولة وعناصرها وتركيزها في البيئة الزراعية الجديدة .
6- سرعة الرياح تؤدى إلى احتكاك الأفرع بالثمار مما يؤدى إلى تساقطها وبالتالي يكون الفاقد في المحصول كبير .
ثانياً : التأثير الفسيولوجي
تزداد عملية النتح بزيادة سرعة الرياح وهذا يؤدى إلى حدوث خلل في التوازن المائي للنبات، وبالتالي إذا لم يوجد رطوبة مناسبة في التربة يكون مصير النبات هو الذبول وقد يموت .
تعمل الرياح الشديدة على جفاف مياسم ازهار النباتات (السائل السكري الذي تفرزه المياسم ليساعد حبوب اللقاح على الإنبات) وهذا الجفاف يؤدى إلى فشل عملية التلقيح حيث لا تنبت حبوب اللقاح مما يقلل نسبة العقد في الأزهار وبالتالي يقل المحصول .
تؤثر الرياح الشديدة على درجة انتشار النحل وبالتالي تقل عملية نقل حبوب اللقاح من نبات إلى آخر فتقل نسبة التلقيح الخلطي خاصة في النباتات أحادية الجنس ثنائية المسكن وبالتالي يؤثر على العقد الثمري
ويقل الإنتاج .
زيادة سرعة الرياح تعيق انتشار حشرات نحل العسل وتمنع خروجها من الخلايا مما يجعلها تحصل على غذائها من مخزون العسل الموجود في الخلية مع عدم تعويض هذا الإستهلاك وبالتالي يقل إنتاجية النحل ..
تعمل الرياح الشديدة على تحرك الأفرع واهتزاز الثمار وتصادمها مع الأفرع مما يسبب بعض الخدوش والجروح لها ، وبالتالي تكن عرضة للإصابة بالأمراض سواء كانت فطرية أو بكتيرية
-6 - زيادة سرعة الرياح تعيق نمو النباتات حيث تؤثر على بعض العمليات الحيوية التي تتم داخل النبات بالإضافة إلى تكسير بعض الأفرع الغضة
التي يعتمد عليها النبات في الموسم التالي كدوابر ثمرية ، ومن أمثلة ذلك نجد أنه في كاليفورنيا وجد الباحثون أن أشجار البرتقال تحتاج لنموها إلى فترة معينة وصلت إلى 6 سنوات في المنطقة المعرضة للرياح بينما تصل إلى نفس المعدل من النمو خلال عامين فقط في المناطق الغير معرضة للرياح .

الباب السابع
الرطوبة Humidity
يستخدم لفظ (رطوبة) للتعبير عن بخار الماء Water vapour الموجود في الهواء، والمعروف أن بخار الماء يعتبر من مكونات الهواء متغيرة النسبة والسبب في ذلك أن هناك تبادل غازي مستمر بين الغلاف المائي والغلاف الهوائي بما يعرف بالدورة المائية.
ويعتبر الماء من عجائب الطبيعة العظمى فهو المادة الوحيدة التي توجد في مكان واحد وفي درجة حرارة منخفضة على شتى الصور الثلاث المادة. (الصلبة والسائلة والغازية) . فنجد مثلا على سطح الأرض عند المحيطات القطبية الماء في صورته الغازية فوق المحيطات وعلى سطح المحيط يوجد الماء على صورة جليد وثلوج وأسفل هذا الثلج في الأعماق نجد الماء في صورته السائلة . كما نجد الثلاث صور للمادة من الماء في السحب العالية .
ويلعب بخار الماء في الغلاف الجوى دوراً كبيراً إذ أنه يتسبب في حدوث معظم الظواهر الجوية مثل الضباب والسحب والمطر والعواصف الرعدية كما أنه يلعب دوراً هاماً في عملية الاتزان الحراري لجو الأرض .
وتختلف كمية بخار الماء في الهواء باختلاف الزمان والمكان ويمكن التعبير عن رطوبة الجو بإحدى القيمتين الرئيسيتين " الرطوبة المطلقة أو الرطوبة النسبية " .
أولاً : الرطوبة النسبية Relative Humidity
وهي عبارة عن النسبة بين كمية بخار الماء الموجودة فعلا في الهواء إلى كمية بخار الماء التي يمكن أن يحتفظ بها الهواء عند نفس الضغط الجوي و درجة الحرارة ويعبر عنها كنسبة مئوية .
وبارتفاع درجة الحرارة تنخفض الرطوبة النسبية والعكس صحيح ، ولذلك تكون النهاية العظمي المتوسط الرطوبة النسبية في الصباح الباكر . بينما النهاية الصغري تكون بعد الظهر. والمعروف أيضاً أن الإنتاج البشري في أي بيئة يبلغ أقصى معدلاته عندما تتساوى كميات الحرارة المتولدة داخل الجسم الحي مع الحرارة التي تفقد عند سطحه الخارجي بطرق التبريد المختلفة مثل توصيل البرودة من الجو إلى سطح الجسم مباشرة بالملامسة .
ومثل حمل الحرارة الزائدة مع الدورة الدموية من داخل الجسم إلى خارجه حيث يتم تسريبها إلى الجو وفقدها فيه. ومثل التبريد بإفراز العرق وتبخيره وتتضمن هذه العملية الأخيرة فقد كميات كبيرة من حرارة الجسم في البيئات الحارة غير الرطبة ، إذ أن السنتيمتر المكعب الواحد من العرق يستنفذ أكثر من ٦٠٠ سعر حراري لتبخيره في درجات الحرارة العادية ويزداد معدل إفراز العرق بواسطة الغدد العرقية بإزدياد درجة حرارة الجو وأثناء القيام بأعمال عضلية. أما في البيئات الرطبة فإن رطوبة الجو تحول دون تبخر العرق ويبقى عامل التبريد هذا معطلا . وإذا ما توفرت الحرارة والرطوبة معاً فإن درجة حرارة الجسم يمكن أن ترتفع رغم إفراز العرق بحيث تعلو حثيثاً فوق 37 درجة مئوية ، وعندها يهبط اندفاع الدم تدريجياً وتزداد ضربات القلب ويصاب الإنسان بالحمى حتى إذا ما وصلت درجة حرارته 42 تعرض لضربة الشمس القاتلة حتى ولم يكن معرضاً لأشعة الشمس المباشرة " أي في الظل " وهنا يجب المبادرة بتبريد الجسم بطرق صناعية .
وفي حالات الجو العادية عندما يشعر الجسم العاري تقريباً بالراحة التامة في درجات من الرطوبة متوسطها ٥٠% مثلا من حالة التشبع إذا كانت درجة حرارة الهواء ٣٠ درجة حيث تصل متوسطات درجات الحرارة للجلد نحو 33.5م تقريبا. بينما تشعر الأجسام المغطاة بالملابس العادية بالراحة إذا ظلت درجة الحرارة تتفاوت بين 27 - 28 درجة مئوية ، حيث تصل متوسطات درجات حرارة الجلد إلى نحو 33,5 درجة أيضاً ، وكلما ارتفعت درجة رطوبة الهواء فوق ٥٠% كلما قل الشعور بالراحة وبخاصة إذا وصلت الرطوبة إلى ٨٠% من حالة التشبع حتى في الأجواء الباردة .

وليس معنى ذلك أن الهواء الجاف تماماً أحسن حالاً ، فإن الفترات القصيرة من الجو الجاف تنشط الإنسان، إلا أن دوام التعرض للأجواء الجافة يسبب آلام الرأس " الصداع " وجفاف الهواء يساعد على احتمال أكثر درجات الحرارة تطرفا مثلما هو في فصل الشتاء السيبيري (٤٠) وفي الحرارة الصحراوية الشديدة ، عكس الهواء الرطب الذي أي انخفاض أو ارتفاع طفيف في درجة الحرارة إحساس كبير به على الإنسان .
ولذا نجد أن الرطوبة النسبية وحدها لا تدل على الشعور الفسيولوجي الذي يحسه الإنسان دون الارتباط بدرجة الحرارة. إذ أن الرطوبة النسبية بمقدار ٨٠% وحرارة بين ١٠ - 15 م لا يشعر عندها الإنسان بالضيق بينما نفس الرطوبة يشعر عندها الإنسان بضيق لو كانت درجة الحرارة ٣0م أو ٢٠٠م فيشعر في الأولى كأنه في قفص زجاجي حار وخالق وفي الثانية كأنه في حمام جليدي. وإذا بحثنا في حالات التشبع نجد أن الهواء يعتبر مشبعا ببخار الماء عند درجة حرارة صفر م عندما تكون حمولته 5 جم / ٣٠ بينما يكون مشبعاً عندما تكون حمولته ٣٠ جم م عند درجة حرارة ٣٠ م حيث أن جم / ٣٠ على درجة حرارة صفر تمثلها رطوبة نسبية قدرها ١٠٠ جزء من منة أي ١٠٠% %% هواء مشبع ، ولكن 5 جم م 3 في درجة حرارة ٣٠ م تمثل رطوبة نسبية قدرها ٣٠/5 وهذه تساوى 16,6 جزء من المائة أي 16,6 % وهذه تعبر عن هواء جاف جداً وعموماً يعتبر الهواء جاف جداً عندما تكون رطوبته النسبية بين صفر - ٥0% وتعتبر رطوبته متوسطة عندما تكون رطوبته النسبية بين ٥٠ - ٧٠% بينما تعتبر رطوبته شديدة جداً بين ٨٠ و ١٠٠ % .
وبما أنه كلما ارتفعت درجة الحرارة تنخفض الرطوبة النسبية وكلما انخفضت درجة الحرارة ارتفعت الرطوبة النسبية عند ثبات نفس كمية بخار الماء في الهواء ، لذلك تكون النهاية العظمى المتوسط الرطوبة النسبية في الصباح الباكر وفي الليالي الباردة. بينما النهاية الصغرى تكون في ساعات بعد الظهر والأيام الدافئة ، ومن العناصر التي تساعد على تبريد الجسم أو تبخير العرق " الرياح " وفى العادة لا يتم الشعور بالراحة في المناطق الحارة عندما يسكن الهواء ، إذ نقل قوة التبريد

ثانياً : الرطوبة المطلقة
Absolute Humidity

وهي عبارة عن وزن بخار الماء الموجود في وحدة الحجوم من الهواء الجوى . فمثلا نقول أن الرطوبة المطلقة عبارة عن 15 جرام / 35 .
وتتعلق الرطوبة المطلقة بحرارة الهواء وكذلك بكتلة الهواء ونلاحظ ما يلي :
تتحكم الحرارة في قيمة الحد الأقصى للرطوبة المطلقة ، فعندما تكون درجة الحرارة 14 م مثلا يكون الحد الأقصى للرطوبة المطلقة والذي يمثل حالة التشبع هو 12 جم م من الهواء، ومن المعروف أيضاً أنه كلما ارتفعت الحرارة كلما استوعب الهواء كمية إضافية من بخار الماء دون أن يصل إلى مرحلة التشبع، فمثلا عند درجة حرارة ٢٠٠ م يكون الهواء مشبعا عندما تكون حمولته 1 جم / م بينما تكون في درجة الصفر المتوى حجم م وفي درجة حرارة 14 م تحتاج 12 جم /م 3 وفي درجة ٣٠ م تكون ٣٠ جم / م. وهذه الأرقام تدل على بصفة عامة على السعة الرطوبية للهواء على درجات الحرارة المختلفة . ومن ذلك يمكن تفهم حقيقة أن الهواء القطبي لا يمكنه أن يستوعب كمية بخار الماء التي يستوعبها الهواء المداري. فأعلى درجات الرطوبة المطلقة تتحقق في المناطق المدارية الرطبة 24 جم/م. وعلى العكس في المناطق القطبية عندما تكون الحرارة سالب ٥٠ فإن الهواء لا يستوعب أكثر من ٠.٠3 جم م 3 أي هواء جاف من الناحية العملية . ونتيجة لذلك يتضح أن كتل الهواء الباردة تعطى أمطار أقل بكثير من كتل الهواء الساخنة .
تختلف كمية بخار الماء في الهواء على حسب مكان تشكيل ومرور كتلة الهواء هذه فوق سطح الأرض ، فكتلة باردة تتشكل فوق اليابسة وتنتقل فوقها تشحن بقليل من بخار الماء ، بينما كتلة باردة من أصل بحرى) أي تشكلت ومرت فوق البحار (تستطيع أن تصل إلى درجة التشبع .
وكذلك كتلة الهواء المضطربة أو المتحركة بشدة فوق البحر تترطب بشدة لأن هذا يجعل مختلف جزيئات كتلة الهواء تمس سطح الماء وتشحن ببخار الماء على التوالي .
لا تدل الرطوبة المطلقة على دلالات كبيرة غير مدى قدرة أو إمكانية إنزال المطر. كما أنها لا تعطى انطباعاً ابداً عن الشعور بالرطوبة والجفاف . فقد ذكر أن الرطوبة المطلقة لا تقل مطلقاً في صحراء ليبيا عن 5 جم / م وهذا ما يعادل القيم المعهودة في بريطانيا خلال الشتاء . ومع هذا فإن ظروف صحراء ليبيا لوحظ أنها تؤدى إلى جفاف شديد يكون سببا في تشقق الأظافر. وتقشر البشرة ، لأن الرطوبة المطلقة هذه تكون قليلة جداً عن الرطوبة التي تقترب من التشبع ، بينما نجد أن الشتاء في إنجلترا رطب جداً لأن جم م تعتبر قريبة من التشبع .

التغيرات الطبيعية للماء في الجو

ذكرنا سابقا أن الماء يعتبر إحدى عجائب الطبيعة لوجوده بصوره الثلاث. الصلبة والسائلة والغازية في الجو، وقد يتحول من حالة إلى أخرى تبعاً الكمية الحرارة في الجو والمعروف أن بخار الماء يعتبر من مكونات الهواء متغيرة النسبة. والسبب في ذلك أن هناك تبادل غازي مستمر بين الغلاف المالي والغلاف الهوائي ولذا تتغير نسبة بخار الماء في الجو من مكان إلى آخر بتغير درجة الحرارة وبعض العوامل الأخرى تبعا لما يلي :-
- الابتعاد عن خط الاستواء :
تصل كمية بخار الماء في هواء المنطقة الإستوائية أعلى قيمة لها حيث توجد أعلى نسبة تبخر ، بينما تصل كمية بخار الماء في هواء المنطقة القطبية أقل قيمة لها حيث توجد أقل نسبة تبخر .
الارتفاع عن مستوى سطح البحر :
كلما ارتفعنا عن مستوى سطح البحر كلما تناقصت كمية بخار الماء في الجو نظراً لتكاثفه أو تساميه .
توزيع اليابس والماء :
توزيع الماء على الكرة الأرضية له أثر كبير في توزيع ونسبة الماء في الجو . فالبحار والمحيطات هي المناطق التي يكون بها أقصى قدر من التبخر ، والهواء فوق البحار يكون مشحونا بالرطوبة بصفة عامة أكثر من أي مكان آخر، كما يكون عليها أكبر قدر من الغيوم عادة . وهذا الأمر يساعد على تخفيف التغير في درجة الحرارة في المناطق البحرية بينما يوجد فوق اليابس وبعيد عن البحار أدنى حدود من الرطوبة الجوية ، وقد وجد في واحة الكفرة في الصحراء الكبرى بليبيا أن مقادير الرطوبة المطلقة حيث تبلغ 9,8 جم م 3 وأن الرطوبة النسبية تبلغ 17٪ وفي مثل هذه الدرجة نجد أن الماء الموضوع في إناء يتبخر خلال يضع ساعات ، كما تتشقق الشفاه والأظافر
تغير كمية بخار الماء أثناء اليوم ومن فصل الآخر :
تختلف كمية بخار الماء الموجودة في الهواء خلال أوقات اليوم الواحد وأثناء الفصول وذلك لاختلاف درجات الحرارة فنجد أنها تصل نهايتها العظمى بعد الظهر في فصل الصيف حيث ينشط التبخر بينما تصل أقل قيمة لها عند الفجر في فصل الشتاء حيث تكون أقل درجة حرارة أثناء
اليوم .

البخر Evaporation

هي عملية يتم فيها تحويل الماء من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية .
وهذه تحتاج إلى كمية من الحرارة ، ويتوقف سرعة حدوثها على درجة حرارة الماء. وبالنسبة لدرجة حرارة معينة فإن البحر يعتمد

أيضا على الرطوبة النسبية في الهواء الملاصق لسطح الماء .
ويختلف البخر Evaporation عن التبخير Vaporization الذي يحدث للبجة رفع درجة حرارة السائل بينما التبخر يحدث في درجات الحرارة العادية للسائل، والمعروف أن المادة في حالة السيولة تكون جزيئاتها أكثر تماسكا وقوى التجاذب بينها أكثر شدة منها في الحالة الغازية ، إلا أن الجزيئات القريبة من سطح السائل تكون ذات قوة دافعة للإفلات من جذب الجزيئات الأخرى المجاورة لها فتحاول الفرار إلى الجو ، أي أنها تتبخر مكتسبة الطاقة اللازمة للإفلات (الحرارة الكامنة للتبخر) من السائل نفسه فتنخفض درجة حرارته ، وتبلغ قيمة حرارة
التبخر الكامنة ٥80 سعر حراري نكل جرام من الماء .
وكلما كان سطح السائل المعرض أكثر اتساعاً كان التبخر أكثر سرعة حيث تزداد الفرصة أمام الجزيئات للإفلات ويحدث ذلك أيضا كلما كانت درجة حرارة السائل أكثر ارتفاعاً حيث تزداد طاقة حركة الجزيئات . وكلما كانت حركة الهواء أكثر نشاطاً، حيث تعمل على حمل جزيئات
البخار بعيداً لتتيح لغيرها فرصة الإفلات .
البخت Evapotranspiration
من الحقائق الثابتة أن معظم الماء الذي يمتصه النبات من التربة يخرج من الأوراق على هيئة نتج Transpiration بينما تستخدم كمية ضئيلة جداً منه في تكوين غذاء النبات . وعلى هذا الأساس يمكن اعتبار أن التربة عبارة عن خزان يستقبل الماء الوارد من المطر الساقط أو الري ، ويفقد جزء من هذا الماء عن طريق البحر من سطح التربة أو الماء، بينما يمتص النبات الغالبية العظمى من الماء الوارد ويضيفه للهواء الجوى عن طريق النتح .
ويسمى التأثير المشترك لفقدان المياه عن طريق النتح والتبخر المشار إليها بالبخر نتج . وهو عملية انتقال الماء من التربة المنزرعة بالنباتات إلى الهواء الجوى، سواء كان الانتقال مباشرة كما هو الحال في البخر أو عن طريق غير مباشر كما يحدث في النتح . أي أنها عكس عملية الهطول التي فيها ينتقل الماء من الجو إلى الأرض . وتعبر كمية البحر نتج هذه عن احتياجات النبات من الماء. وكلما إزداد توفر الماء في التربة ازدادت كذلك كمية الماء التي تفقد عن طريق البخر نتج . وعلى ذلك فإنه لا يمكن الحكم على مناخ أي إقليم بأنه رطب أو جاف من معرفة كمية الأمطار التي تسقط عليه فحسب ، ولكن تدخل في الاعتبار كمية المياه التي يحتاج إليها النبات، والقيام بعملية البخر نتح . فإن تعدت كمية الأمطار كمية البحر نتح اعتبر الإقليم رطباً ، وإن قلت عنه اعتبر الإقليم جافاً ، وإذا كانا متعادلين تقريبا سمى المناخ متوسط الرطوبة .
ويجدر بالذكر في هذه المرحلة أن نميز بين كمية المياة التي تفقد عن طريق البخر نتح وكمية التبخر. ويتوقف نمو المزروعات في أي منطقة على التوازن الماني بين كمية المياه المفقودة بالبحر نتج وكمية المياه
المضافة لهذه المزروعات خلال موسم النمو .
التكاثف " التكثيف " Condensation
هو عبارة عن عملية تحويل بخار الماء الموجود في الجو من حالته الغازية غير المرئية إلى حالته السائلة المرئية ، فهو إذا العملية العكسية البخر ، ويصحب ذلك انطلاق الحرارة الكامنة البخر . وهناك عدة صور
مألوفة للتكاثف في الجو منها :-
الضباب - الشابورة - الندى - الصفيع - المطر - السحب - البرد - الثلج الجليد. وكل من المطر والبرد والثلج يمكن أن يطلق عليهم اسم الهطول ، لأنها تتساقط أو تهطل من السحب أما منفردة أو مصحوبة ببعضها البعض
. ويحدث عادة تكاثف البخار الماء في الجو إذا توفر عنصران هما :
وصول الهواء لدرجة التشبع فيميل للتخلص من البخار الزائد .
توافر نويات التكاثف في الجو
Nucleus of condensation in air
ويعرف التشبع Saturation بأنه عدم مقدرة الهواء على حمل أي كمية أخرى من بخار الماء ولذا يحدث بعده التكاثف، وتعرف درجة الحرارة التي يتشبع عندها الهواء بما فيه من بخار ماء بإستمرار تبريده (بدرجة الندى (Dew point) . ويمكن الوصول بالهواء إلى حالة التشبع في الطبيعة عن
طريق :-
زيادة كمية بخار الماء الموجود في الهواء إلى الكمية اللازمة لتشبعه مع بقاء درجة حرارة الهواء ثابتة. ويندر في الطبيعة أن تتوافر هذه الظروف إلا إذا مرت كتلة باردة على سطح المحيطات أو البحار الدافئة ، ففي هذه الحالة من السهل أن يتشبع هذا الهواء بكمية بخار الماء الصاعدة من السطح الماني ويتكون ما يعرف باسم دخان البحر Sea
Smoke.
تبريد الهواء بطريقة أو بأخرى إلى درجة أقل من نقطة الندى بحيث تصبح كمية بخار الماء الموجودة في الهواء كافية لتشبع الهواء. وهذه
الطريقة الأكثر شيوعاً في الجو، وتحدث بإحدى الطرق الآتية :-
(1) تبريد الهواء بالتوصيل Conduction
وينتج عنه تكاثف محدود في صورة (ندى - صفيع - ضباب .
شابورة) وذلك عندما يلامس أو يمر هواء رطب دافيء على سطح بارد درجة حرارته أقل من نقطة الندى للهواء .
ب تبريد الهواء بالخلط Mixing
وينتج عنه تكاثف محدود في صورة " ضباب الخلط " وذلك عندما تختلف كميتان من الهواء أحدهما ساخنة والأخرى باردة وتكون الرطوبة النسبية لكل منهما قريبة من التشبع مما يؤدى إلى تكاثف بخار الماء الوصول الهواء الناتج إلى درجة التشبع في درجة الحرارة الجديدة
للمخلوط .
ج التبريد الذاتي للهواء Adiabatic cooling
وينتج عنه تكاثف مستمر في صورة سحاب ، وذلك عندما تجبر كمية من الهواء على الصعود رأسيا في الجو حيث تتمدد نتيجة لانتقالها إلى مستويات ذات ضغط أقل باستمرار. وعندما تتمدد هذه الكمية من الهواء فإنها تحتاج إلى طاقة ، ولما كانت سرعة صعود هذه الكتلة لأعلى لا تتيح لها الفرصة بالتأثر بالجو المحيط بها لذلك يمكن اعتبارها معزولة حراريا عن ذلك الجو .
بمعنى أنه لا يمدها ولا تمده بالحرارة ويكون الشغل المبذول نتيجة تمدد الهواء الصاعد على حساب الطاقة الداخلية للهواء نفسه. وبذلك تقل درجة حرارته ، ويسمى هذا التناقص في درجة حرارة الهواء الصاعد " بالتبريد الذاتي " ويقدر معامل التبريد الذاتي بمقدار النقص في درجة حرارة الهواء مع الارتفاع بحوالي ١٠ م لكل كيلومتر من الهواء الرطب غير المشبع أي الذي لم يصحب صعوده أي تكاثف ، أما إذا حدث تكاثف بسبب التبريد فإن معامل التبريد الذاتي يصبح 6.5 م لكل كيلومتر من الهواء الرطب المشبع .
ولكن ما هو الدور الذي تلعبه نويات التكاثف في هذه العملية ؟
والجواب أنه من الثابت علمياً أن أصغر نقط الماء حجما يلزمها ما يزيد على ١٠٠ جزىء على الأقل من بخار الماء، وليس من

السهل تجميع مثل هذا العدد إلا إذا تواجد ما يجذب هذه الجزيئات ويبقيها متماسكة . وهذا هو عمل نويات التكاثف .
ولكن ماهي طبيعة نوبات التكاثف ومن أين يتوفر في الطبيعة ذلك العدد الهائل من التويات ؟
والحقيقة أن كل ما هو مطروح كإجابة لهذا التساؤل ليس إلا مجرد فروض أو نظريات لم تتأكد بعد ويكاد يتفق علماء الطبيعة الجوية على أنه لا يشترط أن تكون جميع هذه الأنوية من مادة واحدة ، ولكن المهم أن تتوفر فيها صفة التميع Hygroscopic أي لديها القدرة على جذب جزيءات الماء جذباً كيماويا، كما أن العمليات التي تنتج هذه اللويات لابد أن تعمل باستمرار أما العمليات التي لا تعمل باستمرار فهذه يمكن أن ننظر إليها كعمليات مساعدة .
النظرية الأولى :
تقول هذه النظرية أن نويات التكاثف هي نوبات حامضية " فحامض النيتريك يمكن أن يتكون في الجو من النيتروجين والأكسجين وبخار الماء وذلك بفعل البرق والثاين الذي تسببها الأشعة الكونية والمواد المشعة أو بمساعدة غاز الأوزون كعامل مؤكسد ، كما أن حامض الكبريتيك يمكن أن يتكون أيضاً في الجو ، ففي دخان الفحم كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكبريت الذي يتأكسد بفعل ضوء الشمس فيتحول إلى ثالث أكسيد الكبريت الذي يمتاز بدرجة كبيرة من التميع لتكوين قطيرات من حامض الكبريتيك .
كذلك حامض الكربونيك يمكن أن يتكون بنفس الطريقة حيث يتحد ثاني أكسيد الكربون ببخار الماء ليكون حامض الكربونيك الذي يعمل أيضا على تجميع جزيئات الماء .
النظرية الثانية :
تقول هذه النظرية أن نويات التكاثف هي نويات ملحية " فقد ثبت أن نسبة الكلوريد في قطرات الماء المتجمعة من المطر تكاد تكون ثابتة في جميع أنحاء العالم .
أما مصدر الملح فقد أشارت النظرية إلى أن جزيئات الماء التي تترك سطحالمحلول الملحي " في البحار أو المحيطات " أثناء عملية التبخر في درجات الحرارة العادية تحمل معها كميات ضئيلة جداً من الملح ، ومن الجائز أن استمرار هذه العملية يهيء لنا مصدراً مثالياً للنويات الملحية . ولا يخفى أن سطوح الصحراوات المغطاة بقشرة من الملح يمكن أن تكون مصدرا للنويات الملحية ، ولكن هذا المصدر للنويات يمكن اعتباره مصدراً مساعداً لأن ٧٠ من سطح الكرة الأرضية تغطيه المحيطات أما الصحراوات فلا تشغل سوى مساحات قليلة جداً لا تتعدى 17% .
ولاشك أن ترجيح كفة هذه النظرية أقرب للصواب ..
ومن أهم المصادر الأخرى المساعدة على توفير نوبات التكاثف بالجو مايلي:
الفضلات والشوائب الناتجة من دخان المصانع
الجراثيم وحبوب اللقاح المتطايرة في الجو .
الرماد المتخلف عن فضلات الاحتراق من الأخشاب وأنواع
الوقود الأخرى ومخلفات الطائرات .
جزيئات حطام الشهب والنيازك وكذلك الغبار الذرى الناتج من التجارب الذرية .
ه ذرات المواد المتطايرة من مخلفات الإنسان والنبات والحيوان .
ذرات الغبار والرمال الدقيقة المعلقة في الجو واليود المتطاير من البحار
والمحيطات ..
صور التكاثف
- الندى Dew
هو عبارة عن قطرات مائية صغيرة تظهر في الصباح الباكر على الأسطح الصلبة للأجسام الباردة القريبة من سطح الأرض ..
ويتكون الندى إذا ما هبطت درجة حرارة الهواء الملامس للأجسام الصلبة الباردة القريبة من سطح الأرض إلى مادون نقطة الندى ، فيؤدي ذلك إلى تكاثف جزء من بخار الماء الذي يحويه هذا الهواء .
ويساعد على تكوينه صفاء الجو وخلو السماء من السحب لأن ذلك يسهل تسرب الإشعاع الأرضى، وكذلك يساعد على تكوينه الجو الهاديء (ذو الرياح الساكنة) لأن الرياح تسبب خلط الهواء وعدم برودة الطبقة الملامسة للأسطح المذكورة إلى مادون نقطة الندى . وقطرات الندى هذه قد تكون ذات فائدة خاصة للنباتات الصحراوية والبيئات الجافة حيث تعتبر مصدر أساسي من مصادر المياه اللازم لتلك النباتات .
2- الشابورة Mist
وهي عبارة عن قطيرات مائية صغيرة متعلقة في الهواء الجوى يتسبب عنها هبوط مدى الرؤية بحيث لا يقل عن الف متر .
وتتكون الشابورة عندما تنخفض درجة حرارة الهواء كله بفعل الإشعاع الحراري أثناء الليل إلى مادون نقطة الندى. وعندئذ يحدث تكاثف لبخار الماء حول نويات التكاثف المنتشرة في الجو، ويساعد أيضا صفاء السماء وهدوء الجو على تكون الشابورة المائية مع توفر شروط ارتفاع الرطوبة النسبية وتوافر نويات التكاثف .
- الضباب Fog
عبارة عن قطيرات مائية صغيرة عددها كبير معلقة في الهواء تختلف عن الشابورة في أنه يتسبب عنها هبوط مدى الرؤية إلى أقل من ألف متر
ويتكون ضباب الإشعاع بنفس الطريقة التي تتكون بها الشابورة المائية .
كما أن هناك ضباب المدن حيث يكون أكثر كثافة وأكثر إظلاماً وأطول مكونا. فقد يمكن أيام متوالية وذلك بخلاف الضباب العادي الذي يتلاشي بارتفاع درجة حرارة الهواء .
ويتكون ضباب المدن Smoket Fog في جو المناطق الصناعية المليء بالغبار والغازات السامة مثل ثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت ويكون أكبر كثافة لتوفر عدد كبير من نويات التكاثف ولا ينقشع إلا إذا قابل إنخفاضاً جوياً بثير الرياح فيعمل على إزالته، ويعتبر ضباب لندن الشمهور أحسن مثال لذلك، كذلك ضباب القاهرة في نوفمبر
وديسمبر 1999م .
وكثيراً ما يسبب الضباب تعطل حركة المرور وكثرة الحوادث ، ولذا نجد آن مصابيح السيارات في كثير من الدول ذات زجاج أصفر أو أحمر لأن الضوء الأصفر أو الأحمر أقل بعثرة ويمكن أن ينفذ أكثر في الضباب .
ولقد نجحت محاولات العلماء في تبديد الشابورة والضباب المتكون حول المطارات والموانئ والذي يعمل على تعطيل حركة الملاحة في كليهما وذلك باستخدام الموجات فوق الضوئية .
- الصقيع Frost
هو عبارة عن بلورات ثلجية تتكون على الأسطح النباتية و الأسطح الصلبة القريبة من سطح الأرض عندما تنخفض درجة الحرارة عن نقطة التجمد فتتكاتف أبخرة المياه العالقة في الجو إلى التلج مباشرة .
وظروف تكونه في حالات الجو الهادي، والسماء الصافية ، ويلعب الإشعاع الحراري في تبريد سطح الأرض حتى تحت نقطة التجمد ويلاحظ أن ظروف تكونه كثيرا ما تكون هي نفسها ظروف تكون الندى إلا أن نقطة الندى يجب أن تكون دون الصفر ، حيث تتكاثف أبخرة المياه العالقة في الجو إلى الثلج مباشرة وعادة عندما تصل درجات الحرارة في ترمومترات الحشائش 3م أثناء الليل يعطى ذلك إنذار بترسب الصقيع .

أهم مناطق مصر المعرضة لظهور الصقيع :
المنطقة الصحراوية في شبه جزيرة سيناء والمناطق المنخفضة في الغرب مثل منخفض القطارة لأن الانخفاض النسبي في الأرض جعل منها شبه مستنقع جوى يتراكم فيها الهواء البارد في الشتاء ولا يزيد معدل النهاية الصغرى لدرجة الحرارة خلال الشتاء في أواسط
هذه المناطق عن الصفر .
منطقة المنيا ، وتمتد شمالاً حتى الفشن وجنوباً إلى ملوي .
منطقة القرشية وميت غمر وتمتد غرباً إلى طنطا وشمالاً إلى سخا وشرقاً إلى السنبلاوين وجنوباً إلى قويسنا ويقل فيها معدل النهاية
الصغرى عن دم .
الوادي الجديد خصوصاً المنخفض المحصور بين نجع حمادى وإسنا في الشرق والواحات الخارجة في الغرب ولا يتجاوز متوسط النهاية الصغري لدرجة الحرارة في هذه الأرجاء خمس درجات مئوية أثناء الشتاء ، كما توجد منطقة خامسة ثانوية حول إدفينا .
أضرار الصقيع :
يسبب الصقيع أضراراً في كثير من الأماكن الباردة لبعض المنشآت المعرضة للجو مثل أسلاك التليفونات والكهرباء التي يتم قطعها نتيجة لتراكم الصقيع عليها وثقل وزنه من جهة بالإضافة إلى تأثيره على انكماش تلك الأسلاك من جهة أخرى وفي القرى والبلاد الزراعية يؤثر الصقيع على المحاصيل الزراعية حيث يتسبب في خسائر فادحة لمعظم تلك المحاصيل خاصة الورقية كالكرنب والسبانخ والبرسيم ، إذ أنه يتسبب في قتل النباتات بتمزيق أليافها عند تجمد العصارة الداخلية للنبات أو بمعنى أدق تجمد المياه التي تخرج في المسافات البيئية للخلايا فيزيد حجمها فتعمل على تمزيق جدر الخلايا المجاورة فيؤدى إلى موتها أو تصبح عرضة للإصابة بالعديد من مسببات الأمراض النباتية. ويكون الصقيع شديداً إذا سبق ظروفه السالفة الذكر هطول الثلج ، إذ أن الثلج الذي يغطى الأرض يعمل دوما على تبريد سطحها . وفي مصر يتكون الصقيع الشديد نوعا أثناء الليل عقب بعض حالات العواصف الشتوية خاصة عندما تنخفض درجة حرارة الجو إلى مادون 3م ويصحب هذه العواصف المطر المزدوج بالبرد وهو عند تجمده يكون طبقة ملساء من الجليد تعرف باسم الصقيع الزجاجي .
(شكل 35) تأثير الصقيع على بعض النباتات
تأثير الصقيع على نمو الحاصلات الزراعية :
يشغل هذا الموضوع بال المزارعين في المناطق التي قد تتعرض للصقيع ، وذلك لأن الخسائر التي قد تنجم عنه تكون فاتحة . ويتتبع مزارعي الموالح في بعض البلاد مثل جنوب كاليفورنيا في ولاية فلوريدا بإهتمام شديد للنشرات الجوية الزراعية وأخبار الصقيع وذلك إما من أجهزتهم الخاصة أو عن طريق محطات الإذاعة وأنباء الجو والصحف .
ويمكن حصر تأثير الصقيع على النباتات عندما تنخفض درجة الحرارة إلى ماتحت الصفر المئوى ، ففي هذه الحالة تتجمد المياه في المسافات البينية كم ذكرنا وقد تصل إلى بلزمة الخلايا ، وترجع النظريات المختلفة في هذه
الحالة إلى :-
ضغط البللورات الثلجية على جدر الخلايا وعلى البروتوبلازم ومن ثم تمزيقها حيث يزداد حجم الماء المكون للثلج بين الخلايا ولا يجد أمامه
سبيلا إلا الضغط على جدر الخلايا المحيطة .
- سحب المياه من داخل الخلايا الحية وتعطيل العمليات الحيوية بها .
- زيادة تركيز الإلكتروليتات وقد تترسب البروتينات فيعمل ذلك على تخترها وبلزمة البروتوبلازم .
- يعتقد البعض أن معظم الضرر يحدث بعد إنصهار البلورات الثلجية .
وتميل الآراء الحديثة إلى إعتبار التأثيرات الميكانيكية للبلورات التنجية في المسافات البينية أو في الخلايا ذات أثر فعال في فقدان المادة الحية لتركيبها الدقيق وتكثير من خواصها الحيوية. ويلاحظ أن وصول درجة حرارة الماء إلى الصفر المنوى لا يتبعه التحول إلى تلج بل يجب أن تنخفض قليلا تحت الصفر وتبقى المياه بعد ذلك مدة لتتكون البللورات ، وبعدها ترتفع درجة الحرارة قليلا وتبقى على درجة الصفر بسبب إنطلاق الحرارة الكامنة عند التجمد أو التبلور . كما أن وجود مواد وعصارات ذائبة بالمياه تخفض من الدرجة النهائية للتجمد عن الصفر، ومن الظواهر الحيوية التي تحدث بالنباتات عند انخفاض الحرارة تحول النشا إلى مواد سكرية ومواد دهنية وهذا التحول يقلل من درجة الحرارة التي تتكون فيها البلورات الثلجية بالنبات وان الطبيعة المادة الحية بالخلايا ومدة تعرضها لدرجة الحرارة المنخفضة ومقدار محتويات الخلايا من الماء والمواد الغذائية والمعدنية المختلفة تأثيرا كبيرا في درجة مقاومة النبات للصقيع ، ويلاحظ أن لكل نوع النباتات درجة حرارة دنيا (تحتها ينعدم النمو تقريباً ودرجة حرارة مثلى يحصل عندها أقصى نمو .. ودرجة حرارة عظمى بعدها يتوقف النمو، وغالباً ما تكون لكل مرحلة من مراحل نمو النبات الواحد كنمو البادرات أو النمو الخضري أو تكوين الثمار حدود مختلفة من هذه الدرجات الثلاث. وأول ما يلاحظ عند انخفاض درجة الحرارة قليلا عن الدرجة الصغرى توقف النمو نتيجة لقلة النشاط العام لخلايا النبات ، ولكن إذا ازداد انخفاض درجة الحرارة بعد ذلك تظهر على النباتات أعراض خاصة مثل جفاف أو احمرار جزء من الأوراق أو كلها وقد يموت النبات كله خاصة الضعيف والصغير. كما تظهر على الثمار والأزهار بقع سوداء وقد تسقط واحياناً يحدث في بعض الأشجار تصمغ بسيقانها وفروعها إلى غير ذلك من الظواهر .
ويمكن إجمالاً أن ترجع تأثير الصقيع وضرره إلى عاملين متداخلين هما :-
1- ضعف نشاط الخلايا وإخلال التوازن الدقيق للعمليات الحيوية المختلفة التي تحدث بالنبات ، فتضعف بذلك مقدرة المادة الحية بالخلايا على التخلص من المواد السامة التي تنشأ وتتكون دائما في الأنسجة ، فالمعروف مثلا أن العمليات المختلفة التي تحدث على الدوام بالنبات لها نواتج ثانوية لابد من تحويلها إلى نواتج أخرى للتخلص منها . وإن تراكم مثل هذه المواد نتيجة لإخلال التوازن بين العمليات المختلفة يحدث الظواهر التي سبق الإشارة إليها، وتلعب عوامل الوراثة دوراً كبيرا في تدرجة تحمل المادة الحية بحلية النبات الإخلال التوازن الذي ينتج من انخفاض الحرارة .
- ضعف مقدرة النبات على امتصاص المياه من التربة وبذلك يزيد ما يفقده النبات من المياه في عملية النتح والتبخير عما تمتصه الجذور من الأرض وتكون نتيجة ذلك جفاف بعض أو كل أجزاء النبات وتتغير العمليات الحيوية المختلفة التي تجرى بالخلايا .
وقد تبين وجود نقص كبير في قدرة جذور نباتات المنطقة الحارة وشبه الحارة على امتصاص الماء من التربة إذا انخفضت درجة حرارتها. وقد يحدث أن تنخفض درجة الحرارة كثيراً ليلا ثم يعقب ذلك ارتفاع الحرارة بالنهار ، ومن ثم ازدياد عملية النتح بينما لا تقوى الجذور على من حاجة النبات من المياه. ومما يزيد من تأثير هذه الظاهرة حركة الهواء وقلة الرطوبة الجوية. ويلاحظ أن الشعيرات الجذرية تتأثر جداً بانخفاض درجة الحرارة ولا تسترد حالتها الأولى من هذه الصدمة بسرعة. والواضح من هذا أن وجود رطوبة كافية بالتربة يقلل من أضرار إنخفاض درجة الحرارة خاصة وأن الأرض في حالة وجود رطوبة كافية نقل درجة استجابتها للتقلبات الجوية ولا تنخفض حرارتها كثيرا كالأرض الجافة . وكثرة الرطوبة وسكون الهواء يعملان على تقليل النتح من النبات، ومن المعروف أن بعض الخضروات إذا صادفت بذورها النابتة حديثا فترة صقيع فإن ذلك يقلل من نموها الخضرى ويسرع من ازهارها.
وهذه الظاهرة يطلق عليها اسم " الارتباع " .
طرق مقاومة الصقيع

حرق بعض المواد في مواقد خاصة لتدفئة الجو ..
2- تكوين سحب كثيفة من الدخان فوق الأشجار تمنع انخفاض الحرارة بالإشعاع اثناء الليل .
إدارة مراوح خاصة لمنع ترسيب الهواء البارد الثقيل بما يحمله من بخار ماء على أسطح النباتات ، حيث تعمل على تقليبه .
- الري ، وذلك لأن الحرارة النوعية للماء كبيرة ، بينما حبيبات التربة حرارتها النوعية قليلة وبالتالي يرفع الماء من حرارة التربة والهواء الملاصق لها فيمنع تكوين الصقيع .
هل للصقيع فوائد ؟
يعتقد الكثيرون أن الصقيع بعض الفوائد وهذا الاعتقاد حقيقي ، ولكنه ينصب على المناطق التي لا تحظى بتكوين الثلوج على أراضيها . وفوائد الصقيع متمثلة في انخفاض درجات الحرارة إلى مادون نقطة التجمد وليس لتكوين بللورات الصقيع. أيضا تلك الفوائد ليست على كل النباتات ولكنها تتمثل في الأشجار الخشبية أو بمعنى أدق الفاكهة ذات النواه الحجرية والتفاحيات (الفاكهة متساقطة الأوراق) كالتفاح والكمثرى والخوخ والبرقوق والمشمش والكريز حيث تحتاج مثل هذه الأشجار عدد ساعات معين من درجات الحرارة المنخفضة لكسر طور السكون في البراعم الزهرية لتكوين الأزهار في بداية النمو ، وإذا لم تحصيل تلك الأشجار على احتياجاتها من درجات الحرارة المنخفضة تحولت البراعم الزهرية إلى براعم خضرية وتعطى الأشجار نمو خضرى على حساب البراعم الزهرية مما يقلل من كمية الإنتاج . ولذا فدائما يتوقع المزارعون بمحصول وفير من تلك الأنواع في حالة تعرض الأشجار إلى شتاء قارص البرودة. عكس الشتاء الدافيء الذي تنبيء بمحصول ضعيف على الأشجار.
إذا ظاهريا يبدو أن للصقيع فائدة ولكن الفائدة تعود إلى عدد الساعات التي تتعرض لها الأشجار في درجات حرارة منخفضة . وفي حالة الليالي التي يتكون فيها صفيع تقلل من عدد الساعات التي تحتاجها مثل تلك الأشجار حتى تتمكن من كسر طور السكون للبراعم الزهرية وإنتاج أزهار بدلا من إنتاج أفرع خضرية غضة جديدة على الأغصان .
ه السحاب CLOUD
وهو عبارة عن ضباب في طريقة تكوينه لكنه يتكون بعيداً عن سطحالأرض ، فتتكون السحب من تكاثف بخار الماء على شكل مجموعات ضخمة من قطيرات الماء أو بللورات الثلج أو من قطيرات الماء والثلج معاً في طبقة أو كتلة من الهواء بحيث تكون قاعدتها غير ملامسة لسطحالأرض، وتتكون السحب عندما تنخفض درجة حرارة الهواء بفعل
التبريد الذاتي إلى مادون نقطة الندى مع توفر شرطان هما :-
أن يكون الهواء محتوياً على كمية مناسبة من بخار الماء .
أن يكون الهواء محتويا على عدد كافي من نويات التكاثف أو
التماسك المكونات السحب .
وتتوقف كمية السحب وإنتشارها العمودي على قوة رفع الهواء إلى أعلى ومداه ، بالإضافة إلى درجة الاستقرار في الجو، وعلى كمية الرطوبة
المتوفرة للتكاثف .
وليس في سبح السحب العالية دليلا على إنعدام وزنها فالحقيقة أنها ساقل وتهبط نحو الأرض بفعل الجاذبية الأرضية ولا يعوقها من السقوط السريع سوى تيارات الهواء الصاعد التي تعمل على حمل هذه المكونات ضد الجاذبية الأرضية .
وتلعب السحب دوراً رئيسيا في الظواهر الحرارية للغلاف الجوى ، فعملية تكاثف بخار الماء تنطلق معها كميات كبيرة من الحرارة تؤثر في حركة الهواء. كما أن للسحب شأناً في توزيع الطاقة الإشعاعية الصادرة من الشمس والتي هي أساس حركة الرياح وكذلك الظواهر الجوية الأخرى . فالسحب تعكس بعض الأشعة التي تصل إليها من الشمس وتمنع وصولها إلى الأرض وتمتص جزء من هذه الأشعة. كما أنها من وجهة أخرى تبعث بإشعاعات إلى سطح الأرض، ويتوقف على هذا التوزيع استقرار الجو أو عدم استقراره ويبدأ التكاثف عادة في الهواء الصاعد عند مستوى أفقى معين يعرف باسم "مستوى التكاثف " وهو يحدد مستوى السطح السفلي للسحب .
أما المطر فهو نقط من الماء أو بللورات الثلج أو منهما معا كبر حجمها وازداد وزنها وتكاثرت داخل السحب فتساقطت من القاعدة ويشتد سقوط المطر خاصة في مناطق ضعف التيارات الصاعدة. ومن السحب ما يتكون من ارتفاع طبقة من الضباب عن سطح الأرض متأثرة بتيارات الحمل المحلية التي يولدها الإشعاع الشمسي بعد الشروق. ومنها ما يتكون بمجرد الإشعاع الحراري أثناء الليل من طبقة معينة من الهواء الرطب . ومثل هذه السحب تتواجد كلها في طبقات خاصة وتعرف باسم الطبقي.
وهي كثيرة الشيوع في جو مصر السفلى أثناء أشهر الصيف خاصة ويبدأ ظهورها قبل الفجر عادة وتستمر إلى ما بعد الشروق .
الخصائص العامة للسحب
تختلف مكونات السحب باختلاف درجة حرارتها ونوع نويات التكاثف الموجودة بها كالاتي :-
(1) عندما تكون درجة حرارة السحب أكبر من الصفر تتكون السحب من قطيرات مائية
ب عندما تكون درجة حرارة السحب بين درجة حرارة (صفر -الى سالب (12) تتكون السحب من قطيرات ماء فوق مبردة .
ج) عندما تكون درجة حرارة السحب بين درجة حرارة (- 12 م) -
(٤٠) م) تتكون السحب من قطيرات ماء فوق مبردة وبللورات ثلجية جنبا إلى جنب .
د عندما تكون درجة حرارة السحب أقل من (- ٤٠ م) تتكون
السحب من بللورات ثلجية فقط
يتوقف الإمتداد الرأسي للسحب " أي قيمة السحاب " على القوة المسببة لرفع الهواء وعلى حالة الجو من حيث الاستقرار وعدم الاستقرار .
ففي الجو المستقر يمتد السحاب رأسيا إلى المستوى الذي يقف عنده تأثير القوة الرافعة للهواء. أما الجو الغير مستقر فإنه يساعد الهواء على الصعود وبذلك يهيئ لإمتداد السحاب إلى ارتفاع عالى .
يتوقف الامتداد الأفقي القاعدة السحاب ومدة بقائه في الجو على
طبيعة القوة الرافعة للهواء المسببة التكوين السحاب .
تبقى السحب عالقة في الجو طالما كانت حركة الهواء الراسية لأعلى
قادرة على حمل قطيرات الماء وبللورات الثلج المكونة للسحب ، أما إذا عجزت هذه الحركة عن ذلك ، إما لضعف قوتها أو الازدياد حجم مكونات السحاب فإن بعض هذه المكونات تسقط على شكل هطول .
ه إن السحاب الذي يبدو للناظر وكأنه جسم ثابت في الجو هو في الواقع عبارة عن جسم تتجدد مكوناته من لحظة إلى أخرى نتيجة العملية التبخر والتكاثف التي تحدث على الحدود الخارجية للسحاب .
وكذلك عمليات التكاثف والنمو التي تحدث باستمرار داخل السحب ، كما أن هذه المكونات تكون في حركة بطيئة غير ملحوظة وأحيانا تكون ملحوظة للذين يتابعون السحب أثناء حركتها في الطبقة العليا .
تقسيم السحب
للسحاب أنواع عديدة تكاد لا تحصى ولا يتم حصرها ومن منا لم يرقب السحب ويبصر وجوه البشر ورؤوس الحيوانات والجبال والجزر والطيور والسمك الهائل وأشكال الشجر والبحار والتلال ؟ وعندما يطلق الإنسان المخيلته العنان فسيجد الاف الأشكال السحب ولا يمكن أن تتشابه سحابة مع سحابة أخرى ، كما أن شكل أي سحابة في تغير مستمر ، وكما أن الأشجار المتجاورة قد

تتباين فشكلها فإن السحب كذلك نجدها متباينة ...
العرب السلمي
Cb الحرب الركام
متوسط
الطبقية الركامية
المائية
الرئاسية
(شكل (36) أنواع السحب - وهي لا توجد كلها في وقت واحد ومنذ قرنين قام (ليوك هوارد (الإنجليزي الجنسية في ترتيب السحب وتقسيمها ، حيث عمد إلى تقسيمها لأنواع ثلاثة أساسية أطلق على كل نوع منها اسما لاتينياً حسب مظهرها أو كما تبدو للناظر إليها من سطح الأرض .
فسمى السحب العالية جداً التي تأخذ شكل الخطوط الرفيعة أو خصل الشعر باسم سحاب "السيرس " وهو السمحاق عند العرب، وسمى السحب البيضاء التي تتراكم وتنمو رأسيا بسحاب " الكيوميولس " وهو الركامي عند العرب .
أما السحب السنجابية التي تنتشر في طبقة واحدة ولا تنمو رأسيا فقد أطلق عليها " الستراتس " وهو الطبقي عند العرب . ومنذ ذلك الحين قسم العلماء السحب إلى عشرة أقسام، وتم الاتفاق بين جميع الدول على تسميتها بأسماء معينة .
ويتم تقسيم السحب من حيث مناطق تواجدها وارتفاعاتها إلى :-
- سحب عالية : وهي السحب التي يزيد ارتفاعها على 6 كم ومناطق تولدها في طبقات التروبوسفير الوسطى والعليا ، ومكوناتها عبارة عن بللورات من الثلج ، ولذلك فهي لا تحجب قرص الشمس وأشهر أنواعها السمحاق والسمحاق الطبقي والسمحاق الركامي .
Cirrus السمحاق
وهو عبارة عن حب
متقطعة حريرية شفافة
نوعاً ، وتظهر بشكل
من
خصلات رفيعة
الصرف أو القطن المندوف
بيضاء اللون لا ترمى ظلا
وتظهر هذه السحب في كل الفصول، وظهور السمحاق في السماء يدل على اقتراب موجه دافئة في الشتاء أو حارة في الربيع ، وهي تظهر في مجموعات أغلبها على شكل خصائل أو خيوط مفرودة أو ملتوية ، وهي من السحب التي لا يسقط عنها هطول وقد يصاحبها في بعض الأحيان ظهور هالة شمسية أو قمرية .
السمحاق الطبقي Cirrus stratus
وهي سحب تظهر في شكل طبقة متصلة سميكة نسبيا تغطى أغلب السماء أو السماء بأكملها بلون اللبن وهي لا تحجب قرص الشمس أو القمر عند النظر
إليه . ويحاط القرص معها بهالة من نور .
السمحاق الركامي Cirrus cumulus
وهذا النوع من السحب تتميز بأنها على شكل كريات صغيرة بيضاء تظهر في صفوف متراصة غالباً وأحيانا تأخذ الشكل المتموج المشابه للرمال على شواطئ البحار . وهذا النوع من السحب يعتبر أجمل أنواع السحب ..
- سحب متوسطة الارتفاع :
ويقل ارتفاع القاعدة فيها عن السحب العالية. وتتواجد على ارتفاع من 2-6 كم من سطح الأرض. ومكوناتها بللورات من الثلج مع نقط من الماء وأشهر أنواعها الركام المتوسط والطبقي المتوسط ، وتسمى أيضاً
فوق الركامية وفوق الطبقية .
Alto Cumulus الركام المتوسط
وهو عبارة عن كتل كروية الشكل تعطى ظلا إذا كانت سميكة وتظهر في صفوف متراصة أو على شكل أمواج. ومن هذه السحب (الركامي المتوسط القلعي) والذي يتميز السطحه العلوي القلعي الشكل وهو يسبب اقتراب عواصف الرعد وتغيرات الجو الفجائية .
أو اقتراب الموجة الباردة إذ يدل على عدم استقرار تلك الطبقات من الجو، ولا يسقط منها هطول
الطبقي المتوسط Alto stratus
وهي سحب رمادية أو زرقاء اللون تظهر على شكل طبقة متصلة تغطى أغلب السماء أو كلها . وتحجب الشمس إذا كانت سميكة أما إذا كانت رقيقة فإنه يمكن رؤية الشمس أو القمر خلالها ويكون القرص محاطاً يشبه إكليل فيه ألوان الطيف المرئى متداخلة وهذه السحب دليل على الجو الدافيء .
وقد يتساقط المطر أو الثلج أو كلاهما معا من الطبقي المتوسط أو من السحب المتوسطة الإرتفاع عموماً إلا أن أغلب هذا المطر يتبخر قبل وصوله إلى
سطح الأرض لبعد المسافة بينها وبين قواعد هذه السحب .
ومن أهم أنواع السحب المتوسطة الارتفاع السحب العدسية " لما بينها وبين العدسات المجمعة المعروفة من شبه شديد. وهي رغم ندرتها لها أهمية خاصة في تقدير عدم الاستقرار الجوى. كما أن منها ما يتخذ شكل الأطباق وكثيراً ما سماها الناس خطأ بالأطباق الطائرة .
3- سحب منخفضة
قد تصل قواعدها سطح الأرض خاصة في المناطق الجبلية، وأغلب مكوناتها نقط من الماء. وقد يتواجد الثلج في قمتها وأشهر أنواعها الركام أو المتجمعة، ومنه الركام المزني والركام الطبقي والمزن الطبقي ومن أنواعها أيضا الطبقي .
Cumulus الركام
وهي عبارة عن سحب تتميز بظهورها في كتل متفرقة متفاوتة الحجم ولكنها ذات تكوين رأسي ملحوظ " أي أنها تنمو رأسيا " قدمها محددة المعالم أشبه شيء بالقباب أو رأس القرنبيط . أما قواعدها فافقية مسطحة صغيرة سالم ينزل منها المطر فتتدلى حيث ينزل المطر ويتفاوت ارتفاع قسمها تفاوتا عظيماً . كما أن لون السحابة يختلف من الرمادي أو الداكن المعتم في القاعدة إلى الأبيض ناصع البياض عند القمة في الجانب المشمس . وعندما تنمو هذه السحب رأسيا تتحول إلى نوع آخر يعرف باسم (الركام ذو السندان) أو السحاب السندائي ، وفيها تشمخ السحابة كالجبل. لا تغطى السماء كلها عادة وشائعة في فصل الصيف ووجودها منتشر في سماء زرقاء صافية دليل على الطقس الحسن. ولكن عندما تنمو إلى سمك كبير تتحول إلى ركام مزنى تكون ممطرة بغزارة ...

الركام المزني Cumulonimbus
وهو عبارة عن كتل ضخمة من السحب الكثيفة المحتقنة ذات النمو الرأسي الملحوظ تأخذ كل منها شكل القباب أو القلاع الشامخة ، وتسمى بالركام ذو السندان .
وقد تظهر هذه الكتل كل منها قائمة بذاتها ومنعزلة عن الأخرى أو قد تلتحم ببعضها في صف متصل فتظهر إلى حد كبير على شكل الحائط العالي الكثيف ويميل لون قاعدته إلى اللون القائم الشديد. وسحب الركام المزني من السحب الممطرة التي غالباً ماتكون مصحوبة بعواصف رعدية وبرق وهي من السحب التي يسقط منها هطول من المطر أو البرد أو الشرائح الثلجية أو خليط منها جميعا .
المزن الطبقي Nimbo stratus
عبارة عن سحب طبقية منخفضة تغطى أغلب السماء ، قد تختلط في تحديدها مع سحب الطبقي المتوسط أو الطبقي المنخفض وتحجب قرص الشمس والقمر تماماً بسبب كثافتها وسمكها التي تصل الى ١٨٠٠ متر في السمك ولونها الرمادي العامق.
تتساقط منها الأمطار والثلوج بصورة غزيرة ومتواصلة ، وتعتبر من غيوم الطقس السيء ...
الركام الطبقي Statocumulus
هو عبارة عن سحب رمادية اللون أو تميل إلى اللون الأبيض أو خليط منها تبعاً لدرجة كثافتها ، وغالبا ما تميل في بعض أجزائها إلى اللون القائم وتظهر هذه السحب على شكل رقعة أو طبقة من قطع مربعة أو كروية أو أسطوانية الشكل على شكل الفائف .
وغالبا ما تكون هذه القطع منتظمة الترتيب في صفوف أو مجموعات ذات شكل تموجى ولكنه كثيراً ما يتصل أو ما تتداخل في بعضها فتظهر على شكل طبقة متصلة من السحب ، ذات شكل تموجي ظاهراً أو على شكل طبقة متصلة من السحب ذات فجوات أو فتحات خالية من السحب يمكن تمييزها بوضوح حيث ترى زرقة السماء من خلالها . وهي من السحب التي لا يسقط منها هطول ولكن قد يصاحبها أحيانا هطول خفيف الشدة من المطر أو الثلج أو منهما معا .
الطبق Stratus
وهي سحب رمادية اللون بوجه عام قاعدتها متجانسة الشكل إلى حد ما . ويمكن رؤية قرص الشمس أو القمر عبر الأجزاء الرقيقة منها ، وتشبه في مظهرها الضباب. وكثيراً ما تظهر هذه السحب نتيجة ارتفاع الضباب الملامس لسطح الأرض بتأثير حرارة الشمس أو الرياح الصاعدة أو كليهما ، وهي من السحب التي قد يصاحبها أحيانا هطول خفيف الشدة من الرزاز على شكل متواصل غالبا أو منقطع .
والركام عموماً خلايا أو وحدات سحب متفاوتة الحجم . ولكن تنمو لتجود بالمطر تتحد خليتان أو أكثر لتكون الركام المزني الذي يسمح إلى عنان السماء كالجبال العالية وقد تصل قسمها إلى ارتفاع سحب السمحاق .
وهذه السلسلة من خطوات التكوين والتالف بين الخلايا يصفها القرآن الكريم ببساطة في سورة النور إذ يقول سبحانه وتعالى " ألم تر أن الله يرجى سحابا ثم يؤلف بينه ثم يجعله ركاما فترى الودق يخرج من خلاله وينزل من السماء من جبال فيها من برد "
والسحب الركامية تثار عادة في حالات الطقس غير المضطرب إلا أنها تصاحب أحيانا أجواء العواصف ، أو تؤدى إليها . فعندما تصل قممها إلى ارتفاعات شاهقة مثل ثلاثة أو أربعة أميال ويبدأ هطول المطر تسمع
هدير الرعد كما نرى وميض البرق من أن لآخر .
الظواهر الضوئية المصاحبة للسحب
أحيانا تصاحب السحب بعض الظواهر الضوئية والتي يمكن عن طريقها تمييز أنواع السحب ، ومن هذه الظواهر :-
- الاكليل Corona
وهو عبارة عن مجموعة مختلفة من حلقات ضوئية صغيرة متتابعة تظهر حول قرص الشمس أو القمر وغالباً ما تأخذ الحلقة الداخلية من هذه الحلقات وهي الحلقة الأقرب إلى القرص ، اللون البنفسجي أو اللون الأزرق أما الحلقة الخارجية وهي أبعد الحلقات عن القرص فغالبا ما تأخذ اللون الأحمر ، بينما تأخذ الحلقات التي تتوسطها ألوانا مختلفة من ألوان الطيف المعروفة .
ويحدث هذا عندما ينعكس ضوء الشمس وينكسر داخل قطرات المطر منحلاً إلى ألوان الطيف .
وما يتضح للعيان هو قوس دائري الشكل أو ما يطلق عليه قوس قزح . ومن شروط ظهوره هو أن تكون الشمس مشرقة في الوقت التي تنهمر
فيه الأمطار .
2- هالة Halo
وهي حلقة ضوئية يغلب عليها اللون الأبيض أو حلقات ضوئية بيضاء اللون تظهر حول قرص الشمس أو القمر على شكل دائرة غالبا ماتكون مكتملة التكوين. وهي ناتجة عن انعكاس الأشعة على بللورات الثلج المكونة لسحاب السمحاق الطبقي الذي يعمل كغلاف يغطى السماء كليا .
تأثير السحب على مدى الرؤية
تؤثر السحب على مدى الرؤية الأفقية أثناء الطيران . وتختلف الرؤية داخل السحب حسب غزارة قطيرات الماء أو بللورات الثلج الموجودة بها، وعلى العموم فإن الرؤية داخل السحب تكاد تكون معدومة ولا تزيد بأي حال من الأحوال عن ٢٠٠ متر مهما كان نوع وشكل السحاب، وتؤثر السحب في مستوى الرؤية أثناء إقلاع الطائرات وهبوطها. ولذا نجد أن بعض المطارات تغلق مجالها الجوى في حالة السحب الشديدة والكثيفة المتكونة عليها .
الهطول Precipitation
آخر مرحلة في دورة الماء في الطبيعة وهو عكس عملية التبخر ، ويقصد به سقوط عناصر التكاثف من قطيرات الماء أو بللورات الثلج من السحب في الجو تجاه سطح الأرض نتيجة لإزدياد حجمها إلى درجة لا يمكن لحركة الهواء الراسية لأعلى من حملها في الجو. ويعتبر الهطول هو المرحلة الأخيرة لدورة بخار الماء في الجو هذا وعند مغادرة عناصر الهطول قاعدة السحاب في طريقها إلى سطح الأرض فإنها تمر عادة في جو غير مشبع ببخار الماء وبذلك يتبخر جزء منها قبل وصولها إلى سطح الأرض وتتوقف كمية المياه المتبخرة من الهطول على درجة تشبع الهواء الموجود بين قاعدة
السحاب وسطح الأرض .
ويتكون الهطول داخل السحب نتيجة لإزدياد حجم قطيرات الماء أو بللورات الثلج بالسحب بفعل بعض العوامل الطبيعية المساعدة، وليس نتيجة التكاثف المستمر لبخار الماء على تلك المكونات وهذا تضره النظريات التالية :
1 - نظرية التجمع .
عندما تصطدم قطيرات الماء المختلفة الحجم والسرعة في السحاب بعضها ببعض تتحد مكونة قطيرات كبيرة الحجم وعندما يصل حجم هذه القطرة وكتلتها إلى الدرجة التي لا يمكن للهواء أن يحملها تأخذ في الهبوط، وأثناء هبوطها داخل السحب فإنها تصطدم ببعض القطرات الصغيرة التي تقابلها في الطريق ويكبر حجمها ..
- نظرية نمو بللورات الثلج
تعيش بللورات الثلج داخل السحاب فيما بين درجتي حرارة) - 12 . -
٤٠) جنبا إلى جنب مع قطيرات الماء الفوق مبردة ونظراً لأن ضغط بخار الماء المشبع فوق قطيرات الماء أكبر من ضغط بخار الماء المشبع فوق بللورات الثلج عند أي درجة حرارة تحت الصفر. لذلك فإن قطيرات الماء يتبخر جزء منها ويتكلف على بللورات

الثلج وبذلك يكبر حجم هذه البللورات وتنمو على حساب قطيرات الماء. وعندما يكبر حجمها إلى الدرجة التي لا يمكن للهواء حملها تأخذ في الهبوط داخل السحاب وتصطدم أثناء هبوطها ببللورات الثلج الصغيرة وقطيرات الماء الصغيرة فتتحد معها ويزداد حجمها وتأخذ في هذه الحالة شكل الشرائحالثلجية ولا يظل هذا الثلج على شكله المتجمد إلا إذا كانت درجة حرارة الجو التي تهبط فيه حتى سطح الأرض أقل من الصفر . وفي حالة مرور الثلج في سحابة درجة حرارتها أعلى من الصفر فإنه يذوب ويتحول إلى قطرات مائية بعد تعديها مستوى التجمد في السحاب ويكبر حجم هذه القطيرات الإصطدامها بقطرات أخرى فيما بين هذا المستوى وقاعدة السحاب كما في النظرية السابقة وتصل سطح الأرض على شكل قطرات من الماء .

1- هطول مانى

أنواع الهطول

وهو يتكون من قطرات مائية ويصل إلى سطح الأرض عندما تكون درجة حرارتها أكبر من الصفر بكثير ويشتمل على :-

Drizzle 1) الرزاز(

ويتكون من قطرات مائية صغيرة الحجم جداً يقل قطرها عن 5.٠مم تسقط متقاربة من بعضها وينتج عنها تدهور في مدى الرؤية الأفقية السطحية ويسقط الرزاز على شكل متواصل أو متقطع من الضباب أو من السحاب الطبقي المنخفض .

ب المطر Rain

قطرات مائية كبيرة الحجم تسقط متباعدة عن بعضها على شكل متواصل أو متقطع .

2- هطول متجمد

وهو يتكون من بللورات أو كرات من الثلج ويصل إلى سطح الأرض النتيجة لتساقطه من السحاب الركامي ويكون على حالته الصلبة عندما تكون درجة حرارة الأرض أقل من الصفر ، إلا في حالة البرد حيث تؤثر درجة الحرارة على حجم البرد فيكون أصغر. ويشمل هذا النوع من الهطول الآتي :

Snow 1) الثلج(

وهو عبارة عن شرائح ثلجية أو بللورات منفصلة على شكل نتف من القطن الأبيض. وقد تتجمع هذه البللورات وتسقط على شكل شرائح ثلجية ويؤثر هذا النوع تأثيرا كبيرا في مجال الرؤية السطحية الأفقية ومن الواضح أن الثلج لا يمر بحالة السيولة بتاتاً ، وإنما ينتج من تكاثف بخار الماء العالق في الهواء على صورة بللورات من الثلج مباشرة . وعندما يفحص الجليد تحت الميكرسكوب تبدو بللورات الثلج الصغيرة كالصفائحالمختلفة الجميلة المنظر. ويندر أو يكاد يستحيل أن تتشابه بللورتان منه تشابها تاما . وقد تحصل على بلثورة واحدة من إحدى صفائح الثلج الدقيقة الهابطة إلا أن الصفائح الكبيرة قوامها عدة بللورات . وكما ذكرنا في حالة المطر تتكون كل صفيحة حول نواه من نويات التكاثف تماما كما تتكون نقط الماء .

ونجد من ناحية أخرى أنه في الأجواء الباردة جداً تهب عواصف الثلج فيتساقط تلج دقيق الحجم أو على هيئة مسحوق تذروه الرياح الشديدة فيتطاير في الجو ويملأ رنات الناس والحيوانات ويسبب لها الاختناق .

وعلى الرغم من أن الثلج قليل الوزن فهو يتراكم في المناطق الجبلية ويسد الطرق. ويكون اكاماً يتجمع عليها الثلج إلى ارتفاعات شاهقة تنهار في قوة وعنف فتقتلع الأشجار وتجرف أمامها المباني والمنشآت ... وتصرف الحكومات ملايين الجنيهات في بناء الحواجز من أجل حماية المدن والطرق وخطوط السكك الحديدية من أخطار الثلوج المنهارة .

ب البرد Hail

يختلف حجم حبات البرد اختلافاً كبيرا من حالة إلى أخرى ورغم أن اغلب ما يهطل منها ما يكون في حجم حبات الخرز إلا أنها قد تبلغ أحياناً حجم كرة البيسبول أو أكبر وأعظم ما سجل من حجوم حيات البرد تلك التي رصدت في يوليو عام 1928 بيوتر في نبراسكا ، فقد بلغ طول محيط الواحدة منها 17 بوصة كما بلغ وزن إحداها رطل ونصف (٦٠٠ جم) وكانت الأغلبية في حجم الليمون الهندى "الجريب فروت " .

ومن السهل أن نستنتج أن البرد الكبير الحجم الذي من هذا النوع يضر كثيراً بالمحصولات ويكسر كثيراً من نوافذ المنازل ولقد قدر أن حبة البرد التي تبلغ قطرها بوصة ونصف تسقط بسرعة ٦٠ ميلا في الساعة .

أما البرد الذي قطره خمس بوصات فإن السرعة التي يسقط بها تبلغ 12٠ ميلا في الساعة ، وليس إذا من المستغرب أنه حدث في الهند أن قتل البرد الجاموس في إحدى العواصف الشديدة .

وتبلغ قيمة التلفيات التي يحدثها البرد في المنطقة الوسطى من الولايات المتحدة الأمريكية ملايين الدولارات كل عام. وقد يحدث أن يتلف البرد المحصول إتلافا تاماً . فقد شوهد في إحدى الحالات التي تساقط فيها البرد بغزارة أن انتزعت أوراق الشجر والنبات. ومن الطبيعي أن يتبادر إلى ذهننا سؤالا يحيرنا. مالذي يصنع هذه الكور الثلجية ؟ وما هو سر نموها حتى تبلغ من الكبر هذا الحجم الكبير ؟

وللإجابة على ذلك نجد أن البرد يتولد في سحب عواصف الرعد. وإذا ما أتيح لنا أن تقطع حبة منه إلى نصفين أمكننا أن تتبين تركيبه الدقيق من طبقات بعضها فوق بعض مثل تكوين رؤوس البصل . إلا أن الطبقات تتكون في هذه الحالة على التوالي من الثلج الشفاف والجليد الهش. وهي تحدثنا عن قصة البرد وكيف نشأ كالأتي :-

بعد أن تتكون قطرات المطر تعمل تيارات الحمل الصاعدة على حملها إلى مناطق التجمد التي تتكون فيها بللورات الثلج داخل السحابة . فتتحول نقط الماء إلى تلج ، كما تتجمع حولها أغشية من بللورات الثلج وتصبحبذلك أنقل مما كانت عليه. وإذا ماضعفت تيارات الحمل الصاعدة تبدأ هذه المكونات النامية في الهبوط وترتطم بنقط الماء الموجودة في قاعدة السحابة ، وبذلك يتجمع حولها أغشية من ماء المطر. وتنشط تيارات الحمل من جديد وترفعها لأعلى فيتكون عليها أغشية أخرى من الجليد وبللورات الثلج قبل أن تبدأ في التساقط. وقد يحدث أن يحمل البرد على هذا النحو عدة مرات فينمو ويزداد حجمه كثيراً بحيث لا يقوى الهواء على حمله في نهاية المرحلة . وعلى أية حال فإن مال البرد إلى التساقط للأرض سواء كان حجمه كبيرا أم صغيراً .

الهطول المتميع

وهو عبارة عن بللورات ثلجية تحولت كلها أو بعضها إلى قطرات مائية نتيجة لارتفاع درجة حرارة الهواء الملامس لسطح الأرض إلى أعلى من الصفر بقليل حوالي (5) م) . وكذلك قد يكون عبارة عن مطر تجمد بعضه أو كله إلي حبيبات ثلجية بسبب مروره خلال طبقة من الهواء البارد قبل وصوله إلى الأرض وهو غالبا ما يهطل ممزوجاً بنقط المطر . أما المطر الذي يتجمد عقب سقوطه مباشرة على سطح الأرض يسمي بالجليد المصقول ، ويطلق على العاصفة التي تسببه اسم (عاصفة الثلج) وكثيراً ما ينجم عن الجليد المصقول تلف بالغ في الأشجار وأسلاك الكهرباء بسبب عظم وزن الثلج المتراكم، خصوصاً عندما تتكون منه أغلفة سميكة . وكثيراً ما يترسب الجليد المصقول خلال طبقة يبلغ سمكها بوصتين. وعندما يحدث ذلك تهوى الأغصان الكبيرة متثاقلة إلى الأرض كما تنقطع أسلاك الكهرباء والتليفون لنفس السبب وزيادة إنكماش معادنها.

Rain المطر

يعرف المطر بأنه قطرات مائية مختلفة الحجم تتساقط من قواعد السحب البطالة. ويسمى الدقيق منها رداد Drizzle ويختلف رجال الطبيعة الجوية في تحديد حجم قطرة المطر إلا أنهم يتفقون في أنها تكون من الكبر بحيث تصل إلى الأرض دون أن يتم تبخرها . ولا يتحول كل المطر الساقط على الأرض إلى بخار ماء يتصاعد من جديد ، ولكن يمكن أن يحدث له أحد امور ثلاثة تشكل معا ما يعرف بالدورة المائية الأرضية .

1 - يستقر الماء حيث يسقط ثم يتبخر ويرتفع إلى الجو .
يسرى الماء على هيئة روافد وأنهار تصب في البحار أو تخرج في صورة بخر نتح .
يغوص في التربة متخللا طبقات الأرض ليكون الخزانات الجوفية أو تنبثق عنه الأرض مكونة العيون والآبار .
والماء الذي يسرى على السطح يبحث دائماً عن مستوى أقل . وتتجمع الأفرع المائية الصغيرة لتكون الجداول وهذه تتجمع لتكــون الأنهار التي تسير عبر البلدان وتصب مياهها في البحار، وهناك تتبخر من جديد ولا ينفذ الماء من مجاري الأنهار لأنها مبطنة بــالطين والطفل. أما الماء الذي يتخلل
طبقات الأرض فهو يسير في رحلة ربما تنتهى بعد بضع دقائق أو عدة سنوات . فقد يمتص بواسـطة جـذور النباتـات أو يسـتمر في سيره إلى أعماق الأرض، وفي هذه الحالة يمر بطبقات ذات رمال أو حصى قريبة من سطح القشرة الأرضية ويتخللها عندما يقابل طبقة طينية أو صخور غير مسامية فلا يستطيع التسرب رأسياً ولكن يجرى افقيا على هذه الطبقة ربما مئات الأميال قبل أن يظهر على السطح ثانية على شكل آبار وعيون مائية ، أو يتجمع كمياه جوفية لفترة زمنية طويلة في الخزانات الأرضية ، ونظراً لأن
المطر هو المصدر الأساسي إن لم يكن الوحيد للمـاء العـذب على سـطح الأرض فهـو يبلـغ من الأهميـة درجـة تجـبر العلمـاء على الاهتمام بدراسته ،
ولقد حاولوا الإجابة على سؤالين أساسيين هما :
لماذا لا تمطر السماء عندما تبدو الظروف مهيأة تماما لذلك ؟
لماذا لا نستطيع مساعدة الطبيعة ولو قليلا لتجود السماء بالماء عندما تدعونا الحاجة إلى ذلك ؟
من الأزل والناس يحاولون معاونة الطبيعة في هذا الصدد ، فقديما كانوا يقدمون القرابين للآلهة سواء في الصين أو عنـد الفراعنـة حتى تساعدهم هذه الآلهة في استجداء المطر كما كان الكهنة يقيمون الطقوس الدينية لجلب المطر أو لصـناعته، أمـا في عصـرنا الحالي فيستخدم صانعوا المطر وسائل أخرى بالطرق العلمية الحديثة فنحن نعـرف بعض الشـيء عن المطـر وأسـبابه ، ولا تبـنى وسائلنا من أجل صناعته على السحر والشعوذة ، كما أننا لا نستهدف إرغام الطبيعة على عمل المستحيل، وإنما تحـاول أن نهـيء لها الظروف الملائمة لنزول المطر أو اللازمة لاستمطار السحب . ومهما يكن من شيء فإن المشتغلين بصناعة المطر لا يؤمنــون إيماناً راسخاً بأن البشر سـوف يسـتطيعون في يـوم من الأيـام إنـزال كميـات كبـيرة من المطـر على مسـاحة واسـعة . لأن قـوى الطبيعة التي تتدخل في توزيع المطر على الأرض تبلغ من الضخامة درجـة تتضـاءل أمامهـا قـوى النشـر ، ولا سـبيل إلى محاكاتهـا ولكي يغطي ميل مربع بمطر ارتفاع ١٠ بوصة معناه استخدام ٧٢٣٠٠ طن من الماء ، ولكى تغطى محافظة من المحافظات بمـاء المطر إلى ارتفاع بوصة واحدة معناه استخدام من 3 - بلايين من الأطنان من الماء ولقد قدر بالحساب أنه خلال كـل ثانيـة واحـدة ينهمر إلى سطح الأرض نحو 16 مليـون طن من المطـر والـبرد والثلج. ومن البـديهي أن هـذه الكميـة الضـخمة كلهـا يجب أن يتم تبخيرها ورفعها إلى طبقات الجو العليا أولا بأول ، وحتى إذا
صادف وتكاثفت كل أبخرة المياه العالقة في الهواء الذي من فوقنا دفعة واحدة فإن المطر النـاجم عن مثـل هـذه العمليـة لا يزيـد ارتفاعه على بوصة واحدة . ومعنى ذلك أن على الطبيعة أن تجلب فوقنا كميات وفيرة من الهواء الرطب بسـرعة كافيـة من أجـل إمدادنا بوابل من المطر .
ولكن ماذا تعنى بوابل من المطر ؟
تنتظر أولاً في معنى المطر العادي، ففي المتوسط تبلـغ كميـات الهطـول بمتوسـط ٢٠ بوصـة في العـام وتـزداد هـذه النسـبة في المناطق الحارة والتي يحمل هواؤها مقادير وفيرة من بخار الماء، ولذلك نجد أنهـا تصـل في المتوسـط إلى ٥٠ بوصـة في العـام ، كما ان هناك بعض المناطق تهطل عليها الأمطار بغزارة فمثلا يهطل أكثر من ٢٠ بوصة خلال ساعات قليلة في تكساس وهو القدر الذي ينزل عادة في سان فرانسيسكو خلال عام .
كما نزل أكثر من ٣٠ بوصة خلال خمس ساعات في بنسلفانيا وأكثر من ٨٠ بوصة خلال ثلاثـة أيـام في جاميكـا . ولعـل أكـثر بقـاع الأرض مطراً مكان في الهند يقال له " تشرابونجي " ففي هذا المكان سقطت الأمطار بمقدار ١٠٠ بوصـة في أربعـة أيـام و 366 بوصة في شهر من الشهور وأكثر من ١٠٠٠ بوصة في العام .
فما هو السبب الذي يجعل هذه الامطار الغزيرة تسقط على تشرابونجي ؟
والسبب هو هبوب تيار هوائى ساخن رطب يقبل مسرعاً من المحيط الهنـدي لينـدفع فـوق منحـدرات جبـل شـديد الميـل. فيتمـدد الهواء ويبرد سريعا . وتنخفض درجة حرارته تحت درجة التشبع بكثير فينهمر المطر بغزارة وبمجرد أن يتخلص الهواء من بخار مائه يرحل ليحل محله هواء آخر رطب لا يلبث بدوره أن يتخلص من رطوبته ويبتعد. وهكذا يستمر إنهمار المطر الغزير. وما هـذا التيـار في الواقع إلا جزء من رياح آسيا الموسمية العظمي التي تهب خلال الصيف مقبلة من المحيط الهنـدى قاصـدة المنـاطق الداخليـة في آسيا. ويبلغ متوسط المطر في أواسط الصيف أكثر من 100 بوصة في الشهر، وفى شهرى ديسـمبر وينـاير تهب الريـاح على تشر ابو نجي من الاتجاه المضاد وتكون جافة تماماً فلا يهطل المطر سوى أقل من بوصة في الشهر ولذلك أو من هذه المعلومات ومعرفة الاختلافات في كميات الهطول من مكان لآخر وكذلك معرفة أسباب الهطول. فكر العلماء في إجراء عملية الإسـتمطار أو الحصول على المطر صناعياً ، فيعمدون أحيانا إلى الصعود في الجو بالطائرات لرش بللورات الثلج أو بعض المواد الكيماويـة أعلى السحب إلا أنهم كثيرا ما ينجا هؤلاء إلى بث موادهم الكيماويـة على هيئـة دخـان يصـعد من مولـداتهم الـتي تعمـل من على سـطح الأرض لينبت بين السحب ، وهم يطلقون على هذه العملية إسم " بذر أو تلقيح " السـحب بـالمواد الكيماويـة . وهم بـذلك يرجـون زيادة الهطول أو العمل على أن تتكاثف كميات أكبر من بخار الماء وأن تتساقط مقادير أعظم من النقط العالقة في السـحابة إلى سطح الأرض ..
وفي الطبيعة تقوم الرياح بعملية التلقيح هذه حيث تحمل جزيئات الملح الدقيقة التي تعمل كنويـات تكـاثف تتجمـع حولهـا قطـرات المياه وتتساقط إلى الأرض ويحدثنا القرآن الكـريم في سـورة " الحجـر " عنـد قولـه تعـالى (وأرسـلنا الريـاح الـواقح فأنزلنـا من السماء ماء فأسقيناكموه وما أنتم له بخازنين) صدق الله العظيم .
وتجارب إسقاط المطر صناعياً ليسـت جديـدة وهي جـزء من محـاولات السـيطرة على الطقس والتحكم في ظـواهره المختلفـة .
ولكن المحاولات القديمة استهدفت أنبل الأهداف لتوفير الميـاه في الأراضـي الـتي تعتمـد على الأمطـار أو تغيـير منـاخ الصـحارى وتحويلها إلى أرض خضراء تسهم في حل أزمة الغذاء العالمي .
ولقد حققت تلك التجارب نجاحاً ملموساً في بعض البلاد. ففي استراليا كما يقول عالم الأرصاد "ميـنزـ" اسـتفادت إحـدى المنـاطق من هذا العمل حيث سقطت الأمطار بغزارة بعد حقن السحب بالمواد الكيماوية ، واستخدمت المياه المتجمعة في توليـد الكهربـاء وأنه ثبت بالفعل جدوى هذه التجارب في المكسيك وجنوب إفريقيا وغرب الولايات المتحدة ، وقد استطاعت جنوب
إفريقيا أن تزيد كمية المطر بنسبة ٣٠ - ٤٠% .
وذلك بالنسبة للسحب التي تم حقنها بالأيوديد مقارنة بالسحب التي لم يتم
حقتها .
وفي الفلبين تم استخدام المطـر الصـناعي في إبريـل ١٩٧٠م وسـقطت الأمطـار بعـد فـترة جفـاف طويلـة ، وتم إنقـاذ محصـول القصب من الهلاك .
ويقول تقرير منظمة الأرصاد الجوية العالميـة أن الزيـادة في الإنتـاج بلغت 3 مليـون دولار مقابـل ٥٠ ألـف دولار تكلفـة أو نفقـات مشروع الأمطار الصناعية في الفلبين. كما أن دول جنوب شـرق آسـيا تعتمـد عليـه في مسـألة التنميـة المسـتدامة وتسـتفيد منـه

أندونيسيا كثيراً
كما أن هذا المشروع يفيد في حالات كثيرة مثل :
الحصول على مطر خفيف من السحب المتكونة فوق المناطق الغنية بالغابات يكفى لترطيب الجو أو التبليل الأشجار إذا ساد الجفاف المنطقة وارتفعت درجة الحرارة مما يزيد من احتمال نشوب الحرائق المدمرة .
تبديد السحب فوق المطارات والموانيء لتسهيل حركة الملاحة الجوية والبحرية إذ تسبب كثافة السحب والضباب في إغلاق تلك الموانيء
والمطارات .
ومما سبق نجد أن تلك التجارب تستخدم التحكم في الظواهر الجوية من أجل خير البشرية . ولكن سرعان ما يستخدم التقدم العلمي كوسيلة من وسائل الدمار والتخريب للبشرية . فقد تم استخدام منجزات علوم الأرصاد والتكنولوجيا الحديثة في الحرب المناخية في فيتنام والتي اعتمدت بصورة أساسية على الأمطار الصناعية. وقد استعملتها القوات الأمريكية لعدة أغراض وقد أغرقت هذه الأمطار مكان التجارب نفسه . كما أنه تم استخدامها بواسطة الشرطة الأمريكية في تفريق المتظاهرين في أحد المظاهرات .
وتعتبر تجارب الأمطار الصناعية في الوطن العربي ما زالت على نطاق محدود على الرغم من كمية السواحل التي تحيط بالبلاد العربية والتي تعرضها كثيرا لبعض الكتل الهوائية الرطبة التي تتحول إلى سحب يتمددها الأعلى. والحقيقة أن الحرب ضد الجفاف والمجاعة تسلط الأضواء وتعلق الأمال على هذه العملية في الزراعة ، وستكون العملية الاستمطار قيمة أكبر عندما تفكر بجدية في زيادة الوارد من المياه إلى السواحل الشمالية وسواحل البحر الأحمر وشبه جزيرة سيناء. فالمرتفعات الموجودة في سانت كاترين تتكون عليها السحب المنخفضة وتظل فترة طويلة خلال مواسم الخريف والشتاء والربيع وبالتالي يمكن استمطار تلك السحب وتوفير كميات هائلة من الماء الاستخدامه في الأغراض المختلفة، ولكن ذلك يحتاج إلى تكاتف جهود العديد من الوزارات لإنشاء بنية تحتية تستوعب مثل تلك الأمطار وتخزينها .
عواصف الرعد Thunder storm
العواصف هي أكثر الظواهر إثارة لنا في الرواية والقصة الخالدة التي يمثلها الجو بعناصره، وعواصف الرعد هي أكثرها حدوثاً وتكراراً أمام أعيننا . ففي كل يوم من أيام السنة يحدث منها على الأرض ما يزيد عن ٤0 الف عاصفة في المتوسط، وتكاد تنعدم هذه العواصف في المناطق القطبية . أما في الأقاليم الاستوائية فهي شائعة ومألوفة إلى حد كبير ، فعلى سبيل المثال في بنما وفوق جاوء يصل متوسط الأيام التي يحدث فيها الرعد حوالي ٢0 يوم في السنة . وقد نجد أن اللحظة التي تتحدث فيها هذه أن هناك حوالي 18٠٠ عاصفة رعدية تجوب أرجاء الأرض .
فما الذي يسبب الرعد ؟ وكيف يتولد ؟
في العادة تحدث عواصف الرعد عندما توجد فروق كبيرة في درجة الحرارة ما بين الهواء الملاصق لسطح الأرض وطبقات الجو العليا ، ويتم ذلك إما بتسخين الهواء السطحي عن طريق سطح الأرض الساخن أو بتبريد الهواء العلوي تبريداً عظيماً .
والسبب في تكوين أغلب العواصف الرعدية على المحيطات هو التبريد الشديد للطبقات العليا. وفي أغلب المناطق الأخرى تنشأ عواصف الرعد أكثر ما تنشأ عن طريق تسخين الشمس لسطح الأرض ، ومن ثم تسخين الهواء الملاصق له .
ومن أسباب تكون هذه العواصف أيضا مرور تيار هوائى بارد تحت آخر ساخن رطب فيدفعه إلى أعلى، أو صعود الهواء الرطب فوق الجبال المرتفعة حيث يكون الهواء الملامس لسطح الجبل دافنا مما يتولد عنه فروق
في الحرارة بين الهوائين .
فمثلاً في أمريكا تتولد عواصف الرعد بعد الظهيرة أيام الصيف الهادئة عندما تزداد رطوبة الجو بشكل ظاهر إذ يعمد الهواء الساخن إلى الصعود تحت تأثير تجمع الأهوية الباردة من حوله ، وعند ذلك تتكون سحابة ركامية بيضاء تشمخ إلى عنان السماء في سرعة فائقة. ولا تزال تنمو في الإتجاه الرأسي حتى يبلغ سمكها ثلاثة أميال مثلاً. ويميل لونها إلى الإسمرار تدريجياً حتى تصبح قاعدتها معتمة مظلمة . وتتحرك هذه السحابة المخيفة نحو الشرق. وعلي حين غرة نفاجا بظهور وميض البرق منها وتسمع دير الرعد، وتهب نفحات شديدة من الهواء البارد مقبلة من العاصفة فتنحنى أمامها الأشجار الصغيرة، وتهدأ الرياح تدريجيا ويهطل المطر في زخات . وقد يصحبه هطول البرد، وتضيء السماء بوميض البرق المتتابع وتسمع هدير الرعد الذي يلاحقه، وفي العادة لا يستغرق حدوث الرخات الشديدة أكثر من دقائق معدودة. كما يتحسن الجو بعد مضى ساعة أو ساعتين على الأكثر . وعندها تصفو السماء ويهب نسيم معتدل من الجنوب ليعود الأمن والسلام مرة أخرى .
(شكل (37) بعض أنواع عواصف الرعد
ومن المعروف أن أغلب عواصف الرعد هي عواصف محلية لا يزيد إتساع قطر الواحدة منها عدة أميال. إلا أنه قد يحدث تتابع لهذه العواصف في سلسلة على خط طوله ١٠٠ ميل أو أكثر . كما أنه يمكنها التحرك عبر مئات الأميال . وفي كثير من الحالات يكون خط سيرها جلياً واضحا ، إذ تتساقط عليه أمطار غزيرة ، بينما لا تتساقط الأمطار على مسافات قريبة منه .
وليس من العجيب أن نجد البرق والرعد هما أكثر ما يلفت نظرنا في هذه العواصف . فلقد مرت عصوراً أخافت فيها تلك الظواهر البشر وأزعجتهم . ولقد ذهب الإغريق فيما ذهبوا إليه إلى أن ملك الآلهة الغاضب " زيوس " كان يقذف بالصواعق التي يصهرها له الحداد الأعرج "فالكان" . أما اليوم فكل شخص يعرف أن البرق ماهو إلا شرارة كهربية هائلة تخترق السحب والهواء الجوى ، أما الرعد فهو مجرد الصوت الناجم (دوى) عن التمدد الفجائي للهواء عندما ترتفع درجة حرارته إلى حوالي 13٠٠ درجة مئوية وبطبيعة الحال بعد أن يتمزق الهواء بالتمدد الفجائي يعود ليتجمع مرة أخرى محدثاً موجة صوتية هائلة .
والسؤال هنا ماسر تلك الشرارة الكهربائية الهائلة ؟ التي أرغمت الإنسان البدائي بالركوع على ركبتيه خوفا ورهبة ؟ .
والسؤال ذو شفين سر الشرارة الكهربية والثاني ركوع الإنسان البدائي . وسنبدأ بالشق الثاني وهو ركوع الإنسان البدائي لأنه لم يكن يعلم شيئا عن الكهرباء والطاقة الناتجة منها فخروج مثل تلك الشرارات أو الضواء بتلك السرعة الخاطفة من وسط السحب تجعله يخاف من غضب الطبيعة أو الآلهة طبقاً لمعتقداته . أما الشق الأول وهو سر تكوين الشرارة الكهربائية فيرجع ذلك إلى شحن نقط الماء التي داخل السحب وكذلك الهواء الذي من حولها بالكهربية ، وقد تشحن أيضاً مكونات السحب الثلجية كبللورات الثلج التي في القمة . وتنشأ عن هذه الشحنات ضغوط كهربية لاتزال تتراكم وتتزايد حتى لا يقوى الهواء على عزلها فيتم التفريغ الكهربي بين الشحنات المختلفة في السحابة نفسها . أو بين السحابة وسحابة أخرى قريبة منها . وقد يتم التفريغ بين السحابة والأرض وفي هذه الحالة تسمى "صاعقة " وقد ينشأ عنها كوارث عظيمة ، فكثيرا ماضربت الصواعق بعض الملاعب وأنت إلى وفاة بعض اللاعبين. كما أنها تتسبب في حرائق الغابات التي تنشأ خاصة في الغابات الإستوائية أو غابات الأمازون والتي تؤدى بدورها إلى زيادة معدل التصحر ونقص شديد في الغطاء النباتي للأرض بالإضافة إلى كمية التلوث الشديدة التي تحدث أثناء اشتعال الحرائق فبعضها قد يستمر عدة أسابيع الإطفائها رغم وجود التكنولوجيا العالية وطائرات إطفاء الحرائق .
كما تسبب الصواعق بعض الخسائر في المحاصيل النباتية مثل مرض الساق الأجوف في الصليبيات" ويحدث أنه عند ضرب إحدى الصواعق الحقول الصليبيات (الكرنب والقرنبيط) فإنه يحدث تفريغ النخاع الساق ، ومن المعروف أن تلك المحاصيل يتمثل إنتاجها في المجموع الخضري الغزير النامي على تلك الساق سواء المحصول الورقي في الكرنب أو القرص الزهرى في القرنبيط ، فلا يستطيع الساق تحمل هذا الوزن فتتكسر سيقان تلك
النباتات مما يمثل خسائر كبيرة في المحصول .

وقد تتمخض العاصفة الواحدة عن عدة آلاف عملية من عمليات التفريغ الكهربي (البرق) وقد يصل طول الشرارة نحو ميل كامل عندما يتم التفريغ بين السحابة والأرض . أما طولها عندما يحدث التفريغ بين السحب فهو يزيد على ذلك كثيراً. وعندما تكون العاصفة قريبة منا لا يصعب تمييز تفرع الشرارات وتعددها في كل إتجاه وقد تستغرق الواحدة منها حوالي ثانية كاملة قبل أن يتلاشى وميضها . إلا أن أغلبها يتلاشى خلال فترات أقل من ذلك. وقد يحدث أحيانا أن يتعذر علينا رؤية الشرارة نفسها خاصة إذا كانت العاصفة بعيدة عنا . وكل الذي يحدث في مثل هذه الحالات أن تضيء السحب والسماء فجأة بنور يطلق عليه أحيانا إسم برق صحائفي أو " صحائف البرق"

أما الرعد فهو الصوت الذي يتم سماعه نتيجة التفريغ الكهربي فهو "يهدر" يقعقع ويكركب تارة ويصفق تارة أخرى وقد يحاكي هديره في بعض الأحيان قصف المدافع في المعارك الحربية .

وما الهدير في الواقع سوى الصوت أو صدى الصوت أو صدى الرعد بين السحب. وعندما يحدث وميض البرق ويتبعه تصفيق فجائي فإن معنى ذلك أن العاصفة فوق الرؤوس، وبطبيعة الحال لا يمكن رؤية البرق وسماع الرعد في أن واحد, لأن الضوء ينتقل بسرعة تصل إلى مائة ضعف السرعة انتقال الصوت، ولهذا يصلنا وميض البرق أولا . ويمكن حساب بعد العاصفة عنا بحساب عدد الثواني التي تمضى بين لحظتي رؤية البرق وسماع الرعد .

ولما كانت سرعة الصوت تستغرق خمس ثواني لتقطع ميل واحد فإننا نجد أنه إذا كانت المدة التي تمضي بين رؤية البرق وسماع الرعد هي 15 ثانية

تكون العاصفة على بعد ثلاثة أميال من مكاننا .

وعموما فإن عواصف الرعد غالبا ماتكون مبشرة بإنزال المطر بعد أن يكون قد طال انتظاره خاصة في الصحاري والوديان .

وللبرق بعض المزايا منها شرارته التي تحول بعض غازات الجو حوله إلى غازات النشادر وأكاسيد النيتروجين. والتي تذوب في ماء المطر الذي يهبط إلى الأرض مما يعمل على تسميد التربة بالنيتروجين طبيعيا دون الحاجة إلى أسمدة صناعية. ولذا نجد أن النباتات بعد تلك الأمطار ذات نمو جيد لذا يستبشر المزارعون دائما بالمطر ويقولون أنه خير لما يقوم به من تسميد مع توفير في الري .

ولكن تضيف الأضراره تأثيره على المباني حيث يؤدى أحيانا إلى تهدم بعض المباني نتيجة للتفريغ الكهربي الذي يتم بين الحب والأرض حيث يؤثر على الضغط وتخلخله داخل المباني وخارجها. ولذا تجد أنه في تصميم جميع المباني الشاهقة الارتفاع وجود قضيب معدني في قمة المبنى متصل بالأرض وذلك لتفريغ أي شحنة كهربية في الجو بالقرب من هذا القضيب إلى باطن الأرض لمنع تكون الشرارة الكهربية ، ويطلق على هذا القضيب المعدني اسم " مانعة الصواعق " .

التنبؤ الجوى

لابد أن تعرف أنه في أي يوم من الأيام يسود طقس الغد في مكان بعيد عنا .. ولكنه يدنو منا رويدا رويدا دون أن تشعر ولكن لأن عناصر انتقاله تكاد تكون ثابتة السرعة بدون عوائق فإنه يصل سريعا . فقد تصل سرعته إلى ٣٠ ميل في الساعة أي أقل من سرعة سيارة تسير في طريق طويل ولكن يختلف الطقس في انتقاله عن السيارة في كونه لا يقف على أية محطات بمعنى أنه في النهاية يكون قد قطع مسافة قدرها ٧٢٠ ميل خلال 24 ساعة أي قد يمر على عدة دويلات خلال اليوم الواحد. وتنتقل بعض عناصر الطقس بواسطة الرياح وقد تتأثر تلك العناصر بالبيئة التي تمر عليها سواء كانت صحراوية أو بيئة زراعية أو بحيرات وبحار ومحيطات .

ولذا فإن عملية التنبؤ بالطقس أو التكهن به تعتمد في الأساس على خرائط الطقس التي هي في الأساس تعتمد على توزيعات للضغط والرياح ولكي نفهم ذلك لابد من إعداد خرائط كبيرة مرسومة لهذا الغرض تعطى صورة واضحة الطقس السائد فوق مساحة واسعة من الأرض، ويلزم أن تكون هذه الصورة كبيرة الأبعاد لأن العواصف والحالات الأخرى التي ينجم عنها تغير الجو واضطرابه إنما توزع على مناطق واسعة متفرقة . فعواصف المطر الشتوية كثيرا ما يصل عرضها حوالي ألف ميل ، أي قد يتعدى شمال جمهورية مصر العربية بالكامل فما هي المسافة التي قد نراها بالعين المجردة في هذه الحالة؟ ومهما استخدمنا من أجهزة فلن تستطيع تحديد ذلك في حالة وضع الأجهزة في مكان واحد. ولكن وجود أماكن متفرقة على طول هذه المسافة ونها أجهزة نفيس العناصر الجوية ويتم رصدها وتسجيلها على الخريطة تعطى فكرة لرجل الأرصاد عن ربط تلك العناصر ببعضها .

ولقد حاول العلماء خلال أجيال عديدة التكين بالجر عن طريق ما يرصده شخص واحد ولكنهم أخفقوا . ونحن الآن تعلم سر أخفاقهم ، فهم لم يعرفوا أن الطقس ينتقل بعناصره من مكان لآخر. حتى في أمريكا كان الناس في الماضي يسخرون من فكرة انتقال العواصف من مكان إلى آخر حتى عندما صرح بذلك بنيامين فرانكلين. وفي أوروبا رغم أن عدداً من العلماء نادوا بهذه الفكرة ولكن لم يكن من السهل التدليل عليها أو إثباتها . وأخيراً عمد أحد العلماء الألمان إسمه " هنرى براند " إلى دراسة تقارير الطقس الفرنسية ومن ثم نشر بحثا أثبت فيه أن الطقس لا يقف ساكنا . وأنه يمكننا تتبع حركته على الخرائط. وهكذا أقنع العلماء بأنه إذا أمكن جمع معلومات رصد وافية بطريقة سريعة لرسم الخرائط أمكننا التكهن بتحركات العواصف وغيرها من التقلبات الجوية .

ولكن هذا الاقتراح تم تقديمه عام ١٨٢٠ ولم يكن التلغراف قد عرف بعد . فبدا أمر جمع الأرصاد من مختلف البقاع بطريقة سريعة من المستحيلات أو حلما من الأحلام. أما اليوم فقد تلاشت هذه العقبة ، إذ يتم إرسال التقارير الجوية من بلد لآخر في لحظات ويتعاون العالم بأسره من أجل رسم خرائط الطقس. فهناك الاف من محطات الرصد على الأرض وفي السفن البحرية كمحطات ثابتة في البحار والمحيطات يتم رصد العناصر بها باستمرار دون توقف ويتم إرسالها إلى باقي المحطات في الدول الأخرى .

وليست مسألة اختلاف اللغات واللهجات بين الشعوب بمسألة مهمة في هذا المجال . فالجو شيء عالمي وله لغته الخاصة به . حيث يتم إرسال تقاريره في صورة مجموعات من الأرقام مرتبة على شفرة معينة يفهمها الجميع . ثم توقع هذه التقارير ويتم تفريغها على الخرائط بنفس الأرقام وباستخدام رموز دولية ، وعلى هذا الأساس نج أن خرائط الطقس المرسومة في تركيا والهند واليابان وروسيا والسعودية ومصر وليبيا والجزائر والسويد والمكسيك وجنوب إفريقيا وباكستان وأستراليا وماليزيا وجميع الأقطار الأخرى كلها ترسم وتقرأ بنفس الطريقة التي تقرأ بها الخرائط الخاصة بالطقس في مصر أو إنجلترا أو أمريكا أو اليونان .

والتنبؤ بحالة الجو قد يكون قصير المدى أي من عدة ساعات إلى يوم أو يومين على الأكثر ومع التقدم العلمي قد يحدث التنبؤ لفترات طويلة قد تصل إلى شهور. وقد نجح علماء الأرصاد في ذلك إلى حد كبير وكان لهذا النجاحأثره كقيمة علمية في مجالات الزراعة والطيران والملاحة البحرية كما كان له أثره في الكشف عن كثير من أسباب التقلبات الجوية .

وتنحصر فكرة التنبؤ الجوي في :

معرفة ما سيكون عليه التوزيع السائد للضغط الجوى بعد فترة معينة . لأن الضغط الجوى دائم التغير قرب سطح الأرض ، واختلافات

الضغط من مكان لآخر هي التي تدفع بالرياح في حركتها .

معرفة أو تحديد خصائص كتل الهواء التي تلازم التوزيع الجديد في طبقات الجو المختلفة عند سطح الأرض . أي أنه إذا أريد معرفة الجو في مكان ما غداً فإن أول الواجبات هو معرفة توزيع الضغط الجوى في هذا اليوم على مسافة واسعة حول هذا المكان على الخريطة. لأن توزيع الضغط الجوى هو المحدد الأول لتحرك كتل الهواء ثم يأتي من بعده تقدير أو تحليل خصائص الكتل الهوائية التي ستتحرك وتسود المنطقة وتحديد تفاعلاتها مع بعضها البعض سواء

بالقرب من سطح الأرض أو على ارتفاعات مختلفة .
ويجب أن يضع المتنبي بالطقس دائما حساب المؤثرات الموسمية للمنطقة المتواجد بها في عين الاعتبار. ولهذا يلزم أن يكون لديه فكرة واضحة عن مناخ المنطقة وأهم الظواهر الجوية التي تحدث فيها كل موسم ، وكذا متوسطات درجات الحرارة وخاصة النهايات العظمى والصغرى، فمن المعروف أن ما يساعد على نجاح التنبؤات الجوية الخبرة المحلية والتتبع الدائم بالظواهر الجوية ومحاولة تفسير هذه الظواهر على أسس علمية صحيحة .
ويشغل التنبؤ الجوى أذهان الناس لما له من أهمية في رغبة الإنسان على الحفاظ المصادر رزقه وصحته، وفي محاربته لكل ما يعوقه عن الحياة في امان. ومن الملاحظ هو اهتمام الناس بما تذيعه مصلحة الأرصاد من نشرات يومية عن الطقس بوجه عام، وفي بعض البلدان المتقدمة تذاع نشرات خاصة بالمزارعين لتحديد مواسم الزراعة والحصاد والتنبؤ بالأوبئة " الأمراض النباتية " والاستعداد لمقاومتها .
ونجد أن عمليات التنبؤ في تطور مستمر يتماشى مع التكنولوجيا المتاحة لهذه العملية. فبعد أن كان الاهتمام بعمليات الرصد اليدوية التي تتم في محطات الأرصاد بدرجاتها المختلفة مع استخدام بعض الأجهزة المتاحة طبقا للإمكانيات . مع وجود العنصر البشرى كعنصر أساسي في عملية الرصد والذي قد ينتج عنه بعض الأخطاء الغير مقصودة ولكنها في النهاية قد تغير من المعلومات التي يتم تقديمها في النشرات الجوية. أما الآن فإن الأجهزة الإلكترونية حلت مكان الأجهزة البدوية وأصبح الكمبيوتر أساسي في تسجيل البيانات وتحليلها مع إمدادنا بالمعلومات المطلوبة من خلال الأقمار الصناعية التي تم إطلاقها في الفضاء لهذا الغرض والتي تغطى مساحات كبيرة من سطح الكرة الأرضية فاصبح التنبؤ بالطقس من أسهل الأمور التي تتم الآن وأصبحت معلوماته دقيقة بنسبة تتعدى 99% مما أعطى انطباع لدى جميع الناس بأهمية متابعة النشرات الجوية ومعرفة ما يتم توقعه من عناصر للطقس والتغير الذي سيحدث به خلال الغد أو الأيام القليلة المقبلة، وهذا يفيد الجميع سواء كان المستفيد صاحب مصانع أو مزارع أو صاحب شركات تصدير واستيراد أو إنسان بسيط سيجدد نوع ملابسه في الغد لتتناسب مع الطقس السائد طبقا لما أعلنته هيئة الأرصاد .

المراج

.ALL ABOUT THE STARS BY ANNE TERRY WHITE
ALL ABOUT THE WEATHER
BY EVAN RAY TANNEHILL
"END "COSMIC CATASTROPHE AND THE FATE OF THE UNIVERSE
BY FRANK CLOSE
.PALE BLUE DOT: A VISION OF THE HUMAN FUTURE IN SPACE
.BY CARL SAGAN
محاضرات في الأرصاد الجوية، د. عبد الغني بدر بدر محاضرات في الأرصاد الجوية ، د. يوسف السعيد سلامة عرب أسرار الأرض ، ترجمة هاشم أحمد محمد .
الصحة والبيئة " التلوث البيئي وخطره الداهم على صحتنا "
د. محمد كمال عبد العزيز
الإنسان وتلوث البيئة ، محمد السيد أرناؤوط .

17٠
197
156
154
156
149
149
145
143
142
132
131
127

124